



Ex Libris

No. 459

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



REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

TOME NEUVIÈME

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

PARAISANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

DIRECTEUR : Louis OLIVIER, DOCTEUR ÈS SCIENCES

TOME NEUVIÈME

1898

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

PARIS

G. CARRÉ et C. NAUD, Éditeurs

3, RUE RACINE, 3

—
1898

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER



CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

Sur le microphonographe. Lettre de M. E. Mercadier. — Au sujet du récent article de la *Revue* sur le microphonographe, M. E. Mercadier, directeur des études à l'Ecole Polytechnique, nous a adressé un Mémoire¹ qu'il a publié en 1889, et dans lequel il a décrit un appareil de son invention consistant dans

Nous extrayons de son travail le passage suivant et la figure ci-jointe (fig. 1) qui l'accompagnait :

« N'ayant pas encore un graphophone à ma disposition, j'ai pris un ancien phonographe de M. Edison, à membrane de fer, dont la figure 1 (n^o 1) indique une coupe; j'en ai fait modifier la monture de façon à pouvoir ajuster sur elle un téléphone T (n^o 2), dont le diaphragme était retiré, et de façon que les pôles de l'aimant fussent très près de la membrane du phonographe, qui lui sert alors de diaphragme (n^o 2).

« Après avoir parlé très fortement sur cette membrane, surmontée de son cornet acoustique E (n^o 1), et produit à la manière ordinaire le gaufrage de la feuille d'étain, on enlève le cornet acoustique et on lui substitue le téléphone, mis en communication par un double fil en *b, b* (n^o 2), avec deux autres téléphones devant servir d'écouteurs.

« Lorsque alors on fait tourner le cylindre de l'appareil, comme on le fait quand on veut reproduire les paroles prononcées, on les entend très bien à distance dans les téléphones récepteurs, plus faiblement sans doute, mais plus nettement qu'à la manière ordinaire. La reproduction se fait, il est vrai, avec les défauts de l'ancien phonographe de M. Edison, mais en employant soit le phonographe perfectionné de M. Edison, soit le graphophone de M. S. Tainter, la même reproduction à distance serait certainement possible, et elle serait de beaucoup meilleure ».

§ 2. — Chimie industrielle

Progrès dans la métallurgie du zinc. — La fabrication du zinc au moyen des appareils actuels, des types belge, silésien ou belge-silésien, présente de très graves défauts : 1^o pertes importantes par volatilisation et entraînement (10 à 25 %) et plus du métal contenu ; 2^o dépense considérable de charbon pour le chauffage et la réduction (4 à 10 fois le poids du métal produit) ; 3^o usure rapide des appareils (cornues ou monles à réduction, et tubes pour la condensation).

Aussi a-t-on cherché des méthodes de traitement tout à fait différentes. Beaucoup de tentatives ont été faites soit pour employer les fours à cuve et obtenir

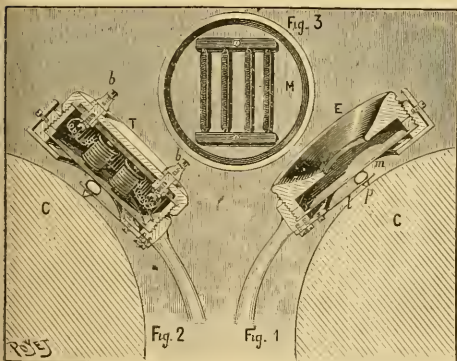


Fig. 1. — Appareil de M. Mercadier. — 1. Enregistreur des sons. 2. Réproducteur des sons. 3. Détails du microphon.

L'association du téléphone et du phonographe, M. Mercadier a indiqué, dans ce Mémoire, la possibilité d'employer son système à la téléphonographie.

¹ *Bul. de la Société internationale des Electriciens* (août-octobre 1889) et *Annales télégraphiques* (janvier-février 1889).

une marche continue, soit pour utiliser les réactions que peut produire l'électrolyse.

Ce qui empêche le succès avec le four à cuve est la difficulté de rassembler le zinc à l'état métallique, sans qu'il passe à l'état de poussière et d'oxyde de zinc. Actuellement, le four à cuve ne peut avoir d'emploi que pour extraire d'un minerai un oxyde pur, qui aura l'avantage de se traiter ensuite sans attaquer les appareils de réduction, comme le font les minerais qui contiennent d'autres métaux, et surtout du fer.

Quant aux procédés électrolytiques, ils n'ont pas encore donné de résultats suffisamment probants au point de vue économique pour entrer, d'une façon générale, dans la pratique.

Il en résulte qu'il a fallu chercher des améliorations aux méthodes adoptées jusqu'ici, afin de diminuer les pertes de métal et les dépenses de charbon.

Les fours chauffés au gaz ont permis des économies de combustible très notables (25 % dans les usines à zinc de la région du Rhin, et 30 % dans celles de la Silésie). Aussi a-t-on, depuis longtemps déjà, appliqué le chauffage au gaz, et tous les fours construits actuellement sont ils munis de gazogènes; les variantes portent : sur le type des gazogènes soufflés ou non; sur leur position par rapport aux fours (tantôt assez éloignés de ceux-ci, tantôt accolés à leur petit côté, comme dans les types les plus récents de la région du Rhin); sur le mode de chauffage de l'air (avec régénérateurs du type Siemens ou avec récupérateurs à poteries).

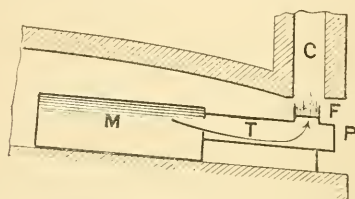


Fig. 1. — Appareil de condensation de Kleemann coupe suivant l'axe du moufle. — M, moufle contenant le mélange de minerai et de charbon; T, tube où se condensent les vapeurs de zinc; F, petit foyer chauffé au coke; C, carneau de départ des gaz et poussières entraînées; P, plaque amovible.

Les perfectionnements apportés aux appareils de condensation sont plus récents. Les uns consistent dans des dispositions tout à fait nouvelles, comme cela a lieu pour le four à chambres de condensation de Lynch, dont nous ne connaissons pas encore les résultats; les autres sont réalisés, en Silésie, par des modifications portant sur les appareils de condensation.

On sait que la Silésie est une des régions les plus importantes au point de vue de la production du zinc. En effet, elle donne plus de 22 % de ce que fournit le monde entier (97.000 tonnes sur 425.000 pour l'année 1896). Certaines des installations qu'on y rencontre sont considérables; l'une d'elles produit, à elle seule, près de 30.000 tonnes de zinc par an. Il est donc naturel qu'on ait beaucoup étudié, dans cette région, les perfectionnements directs à apporter aux appareils déjà existants et, notamment, au point de vue de la condensation, qui est plus difficile quand les minerais sont pauvres, ce qui est le cas en Silésie.

D'une façon générale, on peut dire que les pertes en zinc ne descendent pas au-dessous de 5 à 5,5 unités pour les minerais riches, et qu'elles conservent des valeurs voisines pour des minerais pauvres. Par suite, si, dans le cas de minerais contenant 50 % de zinc, elles peuvent, dans des conditions de marche très favorables, être seulement de 10 à 12 %, dans le cas d'un minerai à 16 % elles atteignent 30 %. Ces chiffres extrêmes sont précisément ceux que nous avons recueillis, le premier dans les usines des bords du

Rhin, où l'on traite des calamines riches, le second dans une usine de la Pologne russe, où l'on exploite des blendes très pauvres. En Silésie, les minerais sont analogues à ces derniers, mais un peu plus riches et on arrive à ne perdre que 20 % dans les établissements où la surveillance est active.

Les appareils de condensation perfectionnés, employés en Silésie, sont ceux de Kleemann et de Dagner.

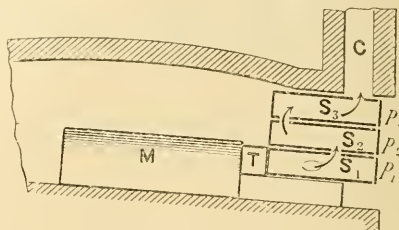


Fig. 2. — Appareil de condensation de Dagner coupe entre deux moufles. — M, moufle; T, tube où se condensent les vapeurs de zinc; S₁, S₂, S₃, tubes où se déposent les poussières de zinc et d'oxyde de zinc; p₁, p₂, p₃, plaques amovibles; C, carneau de départ des gaz et poussières entraînées.

Le premier (fig. 1) consiste essentiellement dans un tube condenseur, fermé à sa partie antérieure par une plaque d'argile amovible, de façon à l'enlever au moment de tirer le zinc; le tube est percé, à sa partie supérieure, d'une ouverture que coiffe un cylindre muni d'une grille qu'on garnit de coke. Cette disposition a pour but de brûler l'oxyde de carbone qui se dégage et d'empêcher l'oxygène de l'air de pénétrer dans le tube. Au sortir de celui-ci, les gaz rencontrent dans le foyer le coke et y abandonnent une partie des poussières métalliques qu'ils contiennent; puis ils passent dans un carneau qui les conduit à des appareils de condensation où l'oxyde de zinc se dépose.

L'appareil de Dagner (fig. 2 et 3) se compose d'une série de tubes indépendants accolés et superposés, où les gaz sont obligés de faire une série de détours, de sorte qu'ils abandonnent leurs poussières. Les vapeurs qui se dégagent à la partie supérieure sont brûlées par l'air que laisse passer une ouverture ménagée dans la devanture du four. Les tubes inférieurs sont, comme dans le système précédent, fermés à leur partie antérieure par des plaques que l'on enlève pour tirer le zinc. Les gaz sont entraînés dans des carneaux et dans des appareils de condensation formés de chambres de quelques mètres de hauteur communiquant entre elles par une série de gros tuyaux; les poussières s'y déposent et les gaz s'en vont à la cheminée.

Les produits de la condensation du zinc présentent, en ce moment un intérêt particulier. En effet, la poussière de zinc est utilisée de plus en plus en chimie pour les réductions; d'autre part, dans certaines poussières, on trouve du cadmium, métal dont la consommation a aussi considérablement augmenté dans ces derniers temps.

P. Jeannettaz,
Répétiteur à l'Ecole Centrale.

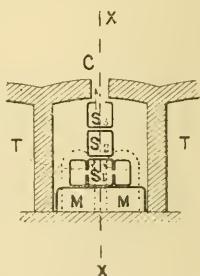


Fig. 3. — Devanture d'une niche. — Les lettres ont la même signification que dans la figure 2.

§ 3. — Géographie et Colonisation

Un district peu connu de l'Algérie : la région des Ouled-Daoud. — Au centre des montagnes de l'Aurès vit une population très curieuse et

incore peu d'importance, le Ouled-Daoud, sur laquelle il semble intéressant de donner ici quelques détails. Le pays qu'elle habite mérite aussi l'attention. Il est situé au cœur même de l'Aurès. On sait que cette région est limitée vers l'est par l'Oued El Kantara, vers le sud par le Sahara, à l'ouest par le cours de l'Oued El Arab et de son affluent l'Oued El Abiod. Au nord la limite est plus incertaine. Les ondulations du terrain vont en s'adoucissant jusque sur les Hauts-Plateaux. On peut arrêter la région montagneuse à une ligne à peu près droite allant de Biskra à Khenchela¹. Le Djebel Aurès est à environ 30 kilomètres à l'ouest-sud-ouest de Khenchela.

Le territoire des Ouled-Daoud comprend (fig. 4) la haute vallée de l'Oued El Abiod et ses affluents de droite. La rive gauche de l'Oued El Abiod est dominée par les crêtes du Djebel Zellatou et du Djebel Aberdoun. Se suivant presque en ligne droite, elles font partie du système de crêtes parallèles qui donne à l'Aurès une très grande analogie avec le Jura. Les pentes en sont couvertes de forêts dans la partie inférieure. La culture de l'orge est de ce côté peu répandue.

La rive droite est toute différente. Sur cette rive on trouve quelques espaces moins accidentés et propres à la culture. Ce sont la plaine de Médina, celle de l'oued Afra, et celle d'Arris.

Fig. 2. — *Ville*

Taga, Peut-être y aurait-il lieu de tirer parti des ressources de cette contrée pour la colonisation.

1° *Géologie*. — La région des Ouled-Daoud présente :
1° Un pli synclinal dont l'axe passe par l'Oued
Beddam ;

2° l'n pli anticlinal dont le sommet suit une ligne immense passant par le sommet du Djebel Haidous, le Bou-Telagmine, le Djebel Ichmoul et le cheha.

Les terrains de cette région appartiennent au Crétacé inférieur et au Crétacé supérieur. A la base, on trouve les grès de l'Echmoul et du Chaadri (Urgonien ?). Viennent au-dessus une succession de marnes, de calcaires qui appartiennent à tous les étages du Crétacé inférieur et du Crétacé supérieur, depuis le Néocomien jusqu'au Suessonien supérieur.

Le costume des hommes est en tout semblable à celui des Arabes. Les femmes sont vêtues de cotonnade bleue et parées de nombreux bijoux. Leur coiffure est très volumineuse, et l'usage des fausses nattes ne leur est pas inconnu ; mais, comme



Fig. 1. — *Territoire des Oulad-Daoud.*



Fig. 2. — Village de Nouader.

¹ Le nom d'Aurès (Aourès) est appliqué par les indigènes à une très petite fraction du pays.

l'art du perruquier est encore rudimentaire, ces accessoires sont en laine. Mais, peu importe, puisque vrais et faux cheveux sont recouverts d'un énorme turban.

Les Ouled-Daoud sont sédentaires, mais ils ont résidence d'été et d'hiver. Pendant les mois d'hiver, qui sont souvent rigoureux dans la partie haute des vallées, ils habitent les villages qui bordent la plaine d'Arris (fig. 4), et, quand vient le mois de mai, ils remontent vers les parties élevées.

Nous n'insisterons pas sur leurs gourbis : quatre murs en maçonnerie de terre, percés d'une porte et de minuscules fenêtres, et recouverts d'une terrasse soutenue par des poteaux intérieurs (fig. 2). Dans ces habitations vivent pêle-mêle les gens et les bêtes.

affirmer qu'il est fort rare qu'il consente à transporter lui-même un fardeau. Ce rôle est assigné aux femmes et aux mulets indistinctement.

Ces gens sont d'humeur pacifique, et l'insurrection de 1879 a été fort loin d'être unanimement approuvée. Actuellement la pénurie où ils se trouvent d'armes à feu et de poudre leur interdit, d'ailleurs, toute velléité de rébellion. Au reste, ils sont hospitaliers, et l'étranger qui voyage dans leur pays peut toujours compter sur un abri et un repas offerts avec cordialité. Les cheikhs tiennent à grand honneur de recevoir un officier ou un agent de l'Administration et le traitent toujours avec le plus grand respect.

Ils pratiquent la religion musulmane, qui leur a été



Fig. 3. — *Djebel Ichmoul et plaine de l'oued Abiod.* — La montagne, formée d'assises plissées penchant vers le sud, est boisée. Sur ses flancs et dans la plaine caillouteuse qui la borde, paissent chèvres et brebis. La plaine, très étendue en cette région, est, en outre, cultivée et produit notamment de l'orge et du blé.

Le prix de revient d'une telle construction est d'environ 80 francs.

Ces gourbis sont généralement groupés en villages de 200 à 300 habitants (fig. 4). Arris compte, paraît-il, 4.200 habitants, avec les villages immédiatement voisins.

Les Ouled-Daoud sont assez travailleurs et très attachés à leur propriété. Leur agriculture est dans un état relativement florissant. Grâce à un système fort bien entendu d'irrigation, ils peuvent en tout temps arroser leurs champs. L'eau, qui est très abondante, est canalisée dans des *seguias* ou fossés, que chacun utilise suivant des règles déterminées. Il faut noter que le *Chaoum*¹, quoique moins paresseux que l'Arabe, ne dédaigne nullement de faire travailler ses femmes². On peut même

imposée par la conquête arabe, au VIII^e siècle; mais ils ont gardé quelque vague souvenir du temps où quelques-uns étaient chrétiens. Il paraît qu'ils célèbrent le 23 Décembre, sans que la fête ait pour eux une signification précise. Chose assez singulière, la langue arabe leur a été à peu près complètement inconnue jusqu'à la conquête française. C'est depuis cette époque que leurs relations avec les représentants de l'autorité, militaire ou civile, qui, pour l'immense majorité, ne connaissent que l'arabe, les ont mis dans l'obligation de connaître cette langue. D'ailleurs, leurs rapports avec les Arabes sont aussi devenus plus fréquents, et aujourd'hui presque tous les Ouled-Daoud parlent également l'arabe et le chaoum.

3. *Agriculture, Industrie et Commerce.* — Leurs ressources sont assez considérables. Elles consistent en orge, et un peu de blé. Ils ont beaucoup de noix, et du miel de toute première qualité. Les dattes leur vien-

¹ Nom générique des Berbères de l'Aurès.

² Les mariages se font par achat de la femme. Le prix varie entre 300 et 400 francs.

nent des oasis. Comme troupeaux, ils possèdent des bœufs, des moutons et des chèvres en assez grande quantité. Leur commerce est peu important. Ils cèdent de l'orge à leurs voisins, les Beni Bou Sliman, ou en vendent un peu à Batna. Un de leurs principaux articles d'exportation est la laine, qu'ils portent également à Batna.

Quant à leur industrie, elle est toute locale. La fabrication des burnous, des sandales en alfa et de la toile nécessaire à la confection des sacs que portent leurs mulets, absorbe presque toutes leurs facultés industrielles. Il ne faut cependant pas oublier qu'il y a parmi eux des orfèvres qui produisent des ouvrages non dépourvus d'agrément. Les larges boucles d'oreilles,

divisés en *douars*, à la tête de chacun desquels est un *cheikh* assisté d'un *khodja* ou secrétaire. Ces emplois sont rétribués par l'Etat. Celui de *cheikh* n'est ni sans peine ni sans danger. Au mois de mai dernier, le *cheikh* Saad d'Arris a été assassiné, au cours d'une enquête, par un de ses subordonnés agissant à l'instigation d'un compétiteur. Les meurtres sont assez fréquents et le rôle des femmes dans ces sortes d'accidents est très souvent prépondérant.

3. *Œuvres des Français dans la région.* — Au centre de la région, à Arris, s'élève aujourd'hui l'Hôpital d'Arris construit en 1894-95 par les soins du R. P. Duval, des Missions d'Afrique, avec le concours et l'appui du Gouvernement de l'Algérie. Il suffit de se reporter à ce



Fig. 1. — Vue du village d'Arris prise de la terrasse de l'hôpital. — Au fond, à droite, bordj des Pères Blancs. A gauche, la maison cantonnière. Tout au fond, gourbis indigènes.

les bracelets et les broches dont leurs femmes aiment tant à se parer, sont toutes l'œuvre d'artistes du cru.

Un des obstacles au développement de leur commerce est l'état déplorable de leurs chemins. Si l'on excepte la route qui de Lambèse va à l'oued Taga, et de là se dirige, par Medina, jusqu'à El Hammam¹ (fig. 1), les autres voies de communication sont de très mauvais sentiers muletiers. Presque aucun travail n'a été fait pour les aménager, et, en temps de pluie, ils se transforment en bourbiers. Heureux le voyageur qui n'est pas obligé de suivre l'un de ces sentiers envahi momentanément par le débordement d'un ruisseau.

4. *Administration.* — Les Ouled-Bacoud font partie de la commune mixte de Lambèse, qui comprend aussi les Ouled-Abdi, leurs voisins du nord-ouest. Ils sont

que l'on a vu de l'état des chemins pour se faire une idée des difficultés énormes que l'on a dû vaincre pour transporter le matériel nécessaire à une pareille construction. 3.000 chaouias ont été employés à ces transports et l'on pouvait, non sans quelque surprise, voir descendre du Bou Têlaghmine de longues files de mulets chargés de poutres à double T. L'hôpital peut facilement contenir cent malades. Le personnel comprend un médecin de colonisation et sept sœurs. Non loin de l'hôpital, se trouve le Bordj des Pères Blancs où résident deux missionnaires qui ont ouvert une école qui compte environ dix-huit élèves. Pour avoir la nomenclature complète des Européens résidant à Arris, il faut ajouter un jardinier.

La construction de l'hôpital a été un des actes les plus efficaces de l'Administration et des Missionnaires pour nous attacher les populations. L'influence des Pères Blancs sur les indigènes est considérable. A la

¹ Elle est en voie de construction et doit aller jusqu'à Arris.

vérité, ils font peu de prosélytes, la conversion du musulman au christianisme étant extrêmement difficile. Mais l'inépuisable charité des Missionnaires et aussi leur énergie leur ont assuré, ainsi qu'aux Sœurs blanches (fig. 5), le respect et la sympathie de tous. Que l'on se représente l'isolement de ces personnes, la dureté de leur existence, et l'on comprendra l'admiration qu'inspire leur dévouement à ceux qui ont pu l'apprécier.

Quel serait donc, dans une telle région, le sort des



Fig. 5. — Sœurs blanches et malades de l'hôpital d'Arris.

colons? Nous avons vu qu'il y avait quelques emplacements où on pouvait se livrer à la culture (fig. 3 et 6). Ce sont : à l'oued Taga¹ environ 1.200 hectares très fertiles et bien arrosés ; sur l'oued Reddam environ autant dans de bonnes conditions ; à Médina 700 hectares d'excellentes terres dont 200 composent la ferme annexe de l'hôpital d'Arris. Sur l'oued Afra 400 hec-



Fig. 6. — Plaines du Bordj Ali-Bey, mi-incultes, mi-cultivées.

tares également fertiles ; dans la plaine d'Arris (fig. 4) environ 1.500. Il y a donc l'espace suffisant pour d'importantes exploitations.

Mais plusieurs causes rendent bien difficile, pour ne pas dire impossible, l'établissement des Européens. En premier lieu, la propriété des indigènes est individuelle. Il est donc nécessaire de les dédommager si l'on con-

¹ Il a été, paraît-il, question d'établir un village de colonisation à l'oued Taga. Mais comment et dans quelles conditions? La situation est excellente. Le chiffre de 1.200 hectares est celui des terrains qui ont été cadastrés.

cède leurs terrains à des étrangers, et l'hectare de bonne terre vaut environ de 400 à 500 francs, ce qui est énorme pour le pays. En second lieu, la propriété est extrêmement morcelée. Enfin, les chemins sont insuffisants. Il y a bien la route de Lambèse à Médina qui passe à l'oued Reddam ; mais Arris et l'oued Afra sont d'un accès très difficile. Il semble donc que d'ici de longues années cette partie de l'Aurès sera, par la force des choses, fermée à notre expansion agricole.

Charles Monna.

§ 4. — Congrès

1^{er} Congrès international de Physiologie.

On sait que le Congrès international de Physiologie se réunit tous les trois ans, et a pour principe de varier le lieu de ses assises. Après avoir siégé à Bale, à Liège et à Berne, il a décidé que sa prochaine session se tiendrait à Cambridge. Cette session s'ouvrira le 28 août et durera jusqu'au 1^{er} septembre.

Rappelons, à l'occasion de cette nouvelle, l'intérêt tout particulier du Congrès : les savants y sont conviés non pour y faire des « communications », y apporter des mémoires, mais pour répéter devant leurs confrères les expériences, inédites ou non, qu'ils ont instituées depuis la dernière session, et dont la critique sérieuse ne peut être faite qu'en présence des appareils en marche. Le Congrès international de Physiologie donne ainsi à tous les Congrès de science expérimentale un excellent exemple.

2^e Congrès international de Zoologie.

Le Congrès international de Zoologie tient, comme le précédent, ses assises tous les trois ans. Il se réunira pour la quatrième fois le 23 août prochain, dans la ville de Cambridge. Le Comité général d'organisation, qui s'est récemment constitué d'une façon définitive, est composé des plus célèbres zoologistes du Royaume-Uni. Il a pour président Sir John Lubbock ; pour vice-présidents, MM. W.-T. Blanford, Sir W.-H. Flower, Ray Lankester, A. Newton, P.-L. Sclater, Sir W. Turner et Lord Walsingham ; enfin, pour secrétaires, MM. Jeffrey Bell, G.-C. Bourne et A. Sedgwick.

Un Comité français s'est également formé pour recueillir les adhésions des savants de notre pays. L'illustre directeur du Muséum, M. A. Milne-Edwards, en a accepté la présidence.

3^e Congrès international d'Hygiène et de Démographie. — Ce Congrès, dont la date a été plusieurs fois reculée par suite de diverses circonstances, aura lieu à Madrid du 10 au 17 avril 1898. Le travail sera réparti en un certain nombre de sections, qui ont été ainsi fixées :

Hygiène. — Section I. Microbiologie appliquée à l'Hygiène.

Section II. Prophylaxie des maladies générales transmissibles.

Section III. Climatologie et Topographie médicales.

Section IV. Hygiène urbaine.

Section V. Hygiène de l'alimentation.

Section VI. Hygiène de l'enfance et hygiène scolaire.

Section VII. Hygiène de l'exercice et du travail.

Section VIII. Hygiène militaire et navale.

Section IX. Hygiène vétérinaire (civile et militaire).

Section X. Architecture et génie sanitaires.

Démographie. — Section I. Technique dans la statistique démographique.

Section II. Résultats statistiques et leur application à la démographie.

Section III. Démographie dynamique.

Les langues officielles du Congrès seront : le latin, l'espagnol, le portugais, l'italien, le français, l'anglais l'allemand ; les mémoires présentés devront être inédits.

La plupart des gouvernements enverront des délégués officiels ; les délégués français seront MM. Brouardel, Vallin, Martin, etc.

Une exposition d'Hygiène sera annexée au Congrès.

LE PORT DU HAVRE

L'un de nos plus grands ports de commerce, celui qui est, pour ainsi dire, la gare maritime de la Capitale, le Havre, traverse en ce moment une période critique qui peut avoir les plus graves conséquences pour son avenir. Sa prospérité importe grandement aux intérêts de la France entière. Nous avons pensé qu'il pourrait être utile d'appeler en ce moment sur lui l'attention des lecteurs de cette *Revue*.

I

La situation actuelle du Havre est la conséquence naturelle de faits qui datent de la fondation de cette ville. C'est vers 1516 que François I^{er}, se préoccupant de la défense de la Normandie contre les Anglais et voulant remplacer le port de Harfleur envahi par les atterrissements de l'estuaire, chargea l'amiral Bonnivet de chercher un endroit où l'on pût créer un établissement capable de recevoir la flotte et les navires du commerce. L'entrée de la Seine était alors obstruée par les sables, qui la remontaient jusqu'à La Mailleraye. L'amiral, après avoir visité Etretat et l'embouchure de la Touques, fit choix d'un petit havre et de criques qui étaient auprès du cap de la Hève, au point de l'embouchure de la Seine le plus avancé vers le nord-ouest. François I^{er} accorda de nombreux privilèges à la ville qu'il y fonda, et qui fut rapidement construite.

Vers la fin du xvm^e siècle, la flotte fut envoyée à Cherbourg, et, depuis la fin des guerres du premier Empire, le port du Havre s'accrut d'une façon telle que son mouvement commercial atteignit, en 1894, les chiffres de 43.818 navires, jaugeant 6.129.740 tonnes. Sa population est aujourd'hui de plus de 120.000 habitants.

Mais il faut reconnaître que, si la Seine et le port de Rouen eussent été accessibles aux grands navires en 1516, le commerce maritime se serait en grande partie dirigé vers cette ville, et que François I^{er} n'eût peut-être pas songé à créer un port auprès de la pointe de la Hève. Mais la Seine était dans un état tel que, dans les circonstances les plus favorables, après des crues et en vives eaux, l'on ne pouvait remonter à Rouen que des navires tirant trois mètres ¹, et que ces navires risquaient d'échouer et d'être détruits par le mascaret. L'entrée de la Seine était semée d'épaves. Dans ces

conditions, le trafic maritime de Rouen ne pouvait pas faire une concurrence sérieuse à celui du Havre. Aussi les habitants de cette ville s'opposèrent-ils énergiquement à l'amélioration de la Basse-Seine, et les travaux réclamés par Rouen et Paris ont-ils été l'objet d'un vif antagonisme entre les deux villes rivales. Leur exécution n'a cependant été que pour une petite part dans la crise qui existe en ce moment au Havre, et qui est surtout due au développement des ports étrangers et à des causes que nous expliquerons plus loin.

II

Les travaux de la Basse-Seine ne furent commencés qu'en 1844. Ils sont à peu près arrêtés depuis 1866, mais les endiguements sont exécutés sur 43 kilomètres, depuis La Mailleraye jusqu'à l'embouchure de la Risle, et leurs résultats ont été considérables. Les terrains conquis sur le fleuve ont payé les travaux, les navires tirant 7 mètres arrivent aujourd'hui facilement à Rouen, et le mouvement de ce port s'est élevé de 799.918 tonnes en 1844, à 2.425.038 tonnes en 1894, soit de 1.325.120 tonnes. Cela n'a pas empêché le mouvement commercial du Havre d'augmenter de 4.987.039 tonnes durant cette période.

Pendant ce même temps, le port du Havre reçut de nombreuses améliorations. La citadelle, construite au milieu du port, fut remplacée par un bassin à flot; le bassin de l'Eure et les bassins Bellot furent creusés; l'avant-port et son entrée furent améliorés.

La ville du Havre obtint, en 1880, la construction du canal de Tancarville, qui permit à la batellerie fluviale d'arriver aux bassins du Havre en évitant la traversée maritime de l'estuaire de la Seine. La ville de Rouen, qui avait possédé seule jusqu'alors le point de contact de la batellerie et de la navigation maritime, protesta vivement contre la construction de ce canal, sur lequel le trafic a été de 353.117 tonnes en 1896.

La position choisie par l'amiral Bonnivet (fig. 1) présentait des inconvénients que l'importance actuelle du Havre a rendus plus sérieux. L'invasion du port par les atterrissements de la Seine parut sans doute à l'amiral moins à craindre pour le Havre que pour Harfleur, qui était plus loin de la mer; peut-être songeait-il que le nouveau port recevrait encore longtemps, comme jadis Harfleur, des navires arrivant du côté de la Seine. L'entrée actuelle du sud-ouest, bien que parfois envahie

¹ Rapport de M. l'ingénieur en chef Doyat, du 4 décembre 1850, publié par la Chambre de Commerce de Rouen, en février 1851, p. 194.

par les galets venant de la Hève et du cap d'Antifer, était presque toujours libre au moment du plein, à cause de l'amplitude des marées sur ce point de la côte. La série des écueils des Hauts de la rade (fig. 1), qui entourent le Havre au sud-ouest et qui sont les restes de terrains détruits par la mer, étaient assez éloignés de la côte actuelle pour laisser un passage suffisant aux vaisseaux de cette époque. Mais le développement du commerce a rendu depuis nécessaire de créer un chenal qui permit aux navires d'entrer dans le port à toute heure, et de ne pas attendre le moment de la marée en pleine mer ou dans une petite rade foraine,

de largeur et de 225 mètres de longueur utile, pour donner accès aux bassins à flot, et d'un quai de grande profondeur pour le service des escales. Ce quai serait suivi d'un autre, dirigé au sud-ouest et qui séparerait, comme un batardeau provisoire, le nouvel avant-port de la plage qui s'étend vers le Hoc. La jetée sud de l'avant-port s'enracinerait à l'entrée de ce quai. Une série de nouveaux bassins est éventuellement prévue le long de la plage.

L'entrée actuelle par le sud-ouest devait aboutir dans le nouvel avant-port, mais il a été décidé, sur la demande des marins, qu'une ouverture serait laissée vers l'enracinement de la jetée du sud, sur

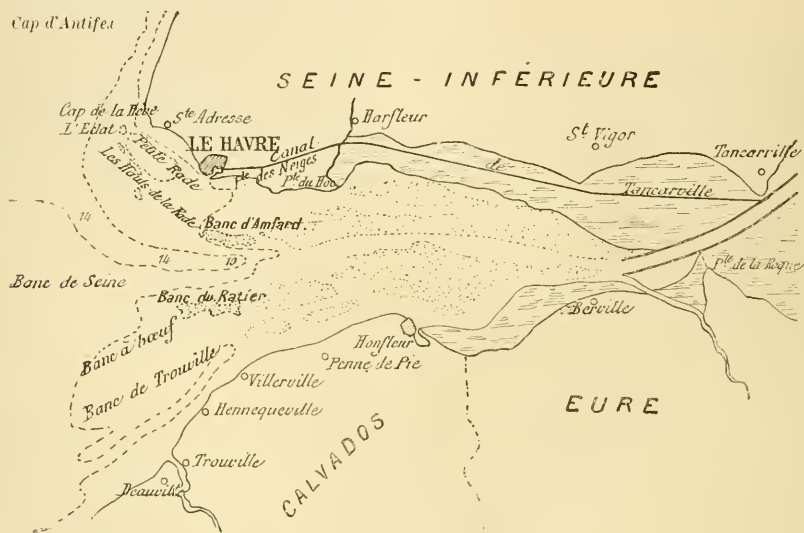


Fig. 1. — Embouchure de la Seine.

exposés aux dangers de la tempête ou de l'ennemi.

Nous ne reviendrons pas sur les projets faits et les travaux exécutés depuis 1880 pour répondre aux besoins du port; ce n'est pas ici nécessaire et cela sortirait du cadre de cet article. Nous dirons seulement ce qui est actuellement en projet ou en constructions, et les observations que cela soulève.

III

Le projet qui s'exécute aujourd'hui (fig. 2) comprend : 1° l'ouverture, dans la petite rade, d'un chenal courbe dirigé vers l'ouest-sud-ouest; 2° la construction d'un nouvel avant-port dont l'entrée, large de 200 mètres, serait à peu près en face des chantiers Normand; 3° la construction, au fond de cet avant-port, d'une écluse à sas de 30 mètres

de largeur et de 225 mètres de longueur utile, pour donner accès aux bassins à flot, et d'un quai de grande profondeur pour le service des escales. Ce quai serait suivi d'un autre, dirigé au sud-ouest et qui séparerait, comme un batardeau provisoire, le nouvel avant-port de la plage qui s'étend vers le Hoc. La jetée sud de l'avant-port s'enracinerait à l'entrée de ce quai. Une série de nouveaux bassins est éventuellement prévue le long de la plage.

Ces dispositions ont reçu un commencement d'exécution et nous pensons qu'il n'y a qu'à les réaliser, mais elles laissent le Havre privé de quelques-unes des conditions les plus essentielles qu'exige l'avenir d'un grand port.

Une Commission d'enquête, nommée en Angleterre à la fin de 1894 pour examiner les moyens d'approfondir la Tamise au-dessous de Londres, a reconnu que tout port qui veut efficacement recevoir des transatlantiques doit pouvoir leur offrir, au moment de la plus basse marée, une profondeur de trente pieds (9^m, 144)¹. Or, les dimensions des

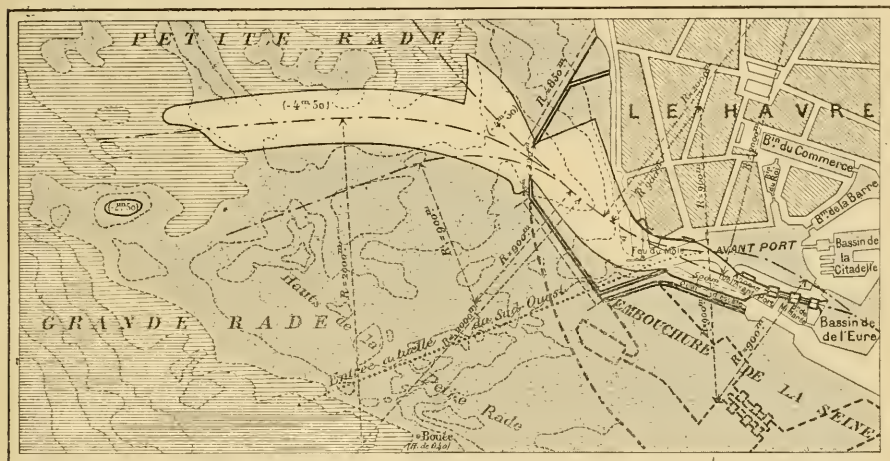
¹ Journal des Transports, du 23 février 1895.

grands navires du commerce ont encore augmenté depuis peu d'années, et le port du Havre doit pouvoir servir de refuge aux bâtiments de l'État en temps de guerre. La profondeur qui leur serait nécessaire serait d'environ 10 mètres au-dessous des plus basses mers, et il serait extrêmement difficile d'obtenir cette profondeur pour la nouvelle entrée du Havre. Le fond de l'avant-port devrait être dérasé à la même cote, sur une étendue au moins suffisante pour permettre aux plus grands navires de tourner.

Une nouvelle convention vient d'être soumise au Parlement pour l'exploitation du service maritime

l'un de ces immenses navires dont la Compagnie va commencer la construction, forcé de passer en arrivant entre les écueils des Hauts de la petite rade, ne viendra pas, la nuit, ou poussé par la tempête, s'échouer et se perdre sur ces mêmes écueils en arrivant au port? Qui ne voit pas que la solution nécessaire, la seule possible, est la création d'une grande rade à l'entrée de l'estuaire, auprès du Havre, rade d'où les paquebots pourraient entrer — directement et à leurs heures — dans l'avant-port ou les bassins qui bordent la plage?

Un port qui n'a pas de rade sûre, un port à l'entrée duquel les navires ne peuvent pas mouiller en



SICNES CONVENTIONNELS

Fonds de 0 à 4 mètres. — Fonds de 5 à 10 mètres. — Travaux projetés. — Passe actuelle. — — — — —
— — — — — 4 à 5 — — — — — Parties à draguer. — — — — — Projets pour l'avenir. — — — — — Passes projetées. — — — — —

Fig. 2. — Projet d'amélioration du port du Havre (en cours d'exécution).

postal du Havre à New-York par la Compagnie générale Transatlantique. De très grands bateaux, marchant à une vitesse de 22 nœuds, doivent être construits par la Compagnie, et l'exposé des motifs¹, signé par les ministres du Commerce, des Finances et de la Marine, constate que le port du Havre « qui, par l'importance de son marché et sa proximité de la Capitale, est le point d'attache nécessaire d'une ligne française sur les États-Unis, ne pourrait pas recevoir, dans son état actuel, des paquebots d'un tirant d'eau et de dimensions comparables à ceux des immenses navires qui partent chaque semaine de Liverpool, de Hambourg et de Southampton ». On projette l'approfondissement des passes, un sas éclusé, l'agrandissement d'une forme de radoub; mais, qui pourrait assurer que

toute sécurité, est un port qui manque de ses qualités les plus précieuses¹. Faute d'une rade, le navire qui arrive auprès du Havre pendant une tempête est obligé de regagner la haute mer ou d'attendre l'heure favorable de la marée pour entrer au port; c'est à cela qu'il faut attribuer en grande partie le fait que les transatlantiques allemands, anglais ou hollandais ont transféré leur escale à Cherbourg, et quitté le Havre.

Le nouvel avant-port est mal placé pour la sécurité de la ville. Pouvant servir de station aux torpilleurs venus de Tancarville ou recevoir des bâtiments de la flotte ou leurs approvisionnements, le port du Havre attirera l'ennemi. La ville, située derrière l'avant-port, sera une vaste cible qui recevra tous les coups et pourra être brûlée. Le

¹ Exposé des motifs, du 18 juillet 1897, p. 6.

¹ Rapport de M. Mathieu, député, du 4 juin 1885, p. 9.

Havre a le plus grand intérêt à être une ville purement commerciale.

Enfin, toutes les combinaisons faites pour l'amélioration du port l'ont été en prévision de l'envahissement du Havre par les sables de l'estuaire, et une mauvaise direction des travaux de l'embouchure de la Seine peut, en effet, causer au Havre les plus graves préjudices. Bien loin de pouvoir séparer les intérêts de Rouen et du Havre, comme on l'a voulu, et laisser le vaste espace compris entre cette dernière ville et Honfleur aux éventualités de l'avenir, il est indispensable de préserver avec le plus grand soin ces trois villes des conséquences d'un mauvais aménagement de l'entrée de la Seine.

Les différentes parties de l'estuaire sont solidaires entre elles. Il s'approfondit là où passent le chenal et les courants, et les espaces qu'ils abandonnent sont bientôt atterrés. Si l'on fixe le chenal au milieu de la baie de la Seine, les deux côtés se remplissent de sable, et la rapidité avec laquelle se sont formées les alluvions de la Seine maritime fait voir qu'il s'y formera bientôt des prairies. Une carte de l'estuaire de 1788 conservée au Dépôt des cartes de la Marine en montre un frappant exemple. Si donc on fixe le chenal au milieu, et surtout au sud de l'estuaire comme on l'a proposé récemment, on verra les prairies déjà formées auprès du Ilot s'étendre jusqu'à l'entrée du Havre. Cette ville sera entourée, d'un côté et sur une immense étendue, de prairies marécageuses et malsaines. Dans son ouvrage sur les *Villes mortes du golfe de Lyon*, M. Lenthéric expose que, par suite de la formation des alluvions du Rhône, ces villes eurent à traverser une *période pestilentielle* qui en amena la ruine. Le Havre serait exposé à subir un sort analogue.

IV

Il est cependant un moyen sûr et certain d'éviter tous les inconvénients que nous venons de décrire : c'est de s'appuyer précisément sur cette solidarité dont nous parlions tout à l'heure. Puisque les parties profondes sont dans les endroits où il passe beaucoup d'eau, il conviendrait de grouper tous les courants de la Seine et de la baie sous les jetées du Havre. Il suffirait de fermer pour cela les deux passes du sud et du milieu par une digue qui aboutirait à la côte du Calvados, et de faire passer le chenal dans la passe du Nord, située entre le banc d'Amfard et le Havre. On pourrait d'ailleurs fixer la Seine sous les murs de Honfleur.

Ces travaux auraient les plus heureuses conséquences. La nature présente un assez grand nombre d'exemples d'estuaires disposés de la même façon¹.

Lorsqu'ils reçoivent un cours d'eau et même quand ils n'en reçoivent pas, quand leurs abords sont envahis par les sables, les estuaires ainsi protégés contre leur invasion ne se comblent pas et se conservent depuis des temps fort reculés. Le peu de sable qui y pénètre avec le flot, par le goulet qui leur sert d'entrée, se trouve rejeté au dehors par les courants de la marée descendante. Il s'établit dans la baie un état d'équilibre, qui se maintient tant que la main de l'homme ne vient pas troubler l'action de la Nature par des conquêtes de terrains intempestives ou des travaux défectueux. C'est ce que M. l'inspecteur général Bourdelles a particulièrement constaté dans les fonds vaseux de la baie de Lorient, dont l'état avait déjà été étudié vers 1756 par l'ancienne Compagnie des Indes.

Il se forme aussi une grande profondeur dans le goulet lui-même et des chenaux qui s'étendent en aval et en amont, généralement à de grandes distances. Si un cours d'eau débouche dans l'estuaire, le chenal intérieur du goulet se raccorde avec lui, et si un courant maritime enlève les sables à l'extrémité du chenal extérieur, comme cela se constate aux embouchures de la Foyle et de la Seine, l'entrée de l'estuaire ne présente pas de barre sous-marine.

L'estuaire de la Foyle offre cette particularité qu'il est, pour ainsi dire, symétrique et à peu près de mêmes dimensions que celui de la Seine. Son plan, vu par transparence (fig. 3), reproduit assez exactement l'état de l'estuaire de la Seine, quand la digue projetée pour fermer le sud de la baie aura produit tous ses effets. La Nature a fait d'elle-même la pointe triangulaire que produirait la jetée en provoquant des atterrissements dans les angles qu'elle formerait avec la côte. La pointe de Macgilligan a créé le goulet qui donne accès dans l'estuaire de la Foyle, et l'on trouve dans ce goulet des profondeurs de 20 mètres, bien que l'amplitude des marées soit beaucoup plus faible sur la Foyle que sur la Seine². Au-dessous du goulet, un chenal profond s'étend jusqu'à la mer profonde, parce que le courant transversal de la côte d'Inishowen entraîne les sables à l'est, comme le courant de la côte d'Antifer les rejette à l'ouest, et empêche la formation d'une barre à l'extrémité de la Seine. Les montagnes du Donegal abritent l'estuaire de la Foyle à l'ouest, et rendent prépondé-

¹ Tonkin, de Corner (Australie), de Jamaica (New-York), de Pool Angleterre, de al Jade (Allemagne), de Port Western (Australie), d'Arcachon (France); ² avec rivière : entrées de la Foyle (Irlande), de la Mersey (près Liverpool), de la Tees, de la Tay, de Dornoch (Des Britanniques), de Lorient (France), baie de Setúbal (Portugal); entrées de la Gironde, de la Loire (France), du Tage (Portugal), de la rivière Cameroen (Afrique occidentale), de l'Hudson (New-York), du Rio Grande du Sud (Brésil), etc.

³ 1m,95 au lieu de 7m,20 en vive eau.

¹ Estuaires à goulet. — 1° sans rivière : baies de Port-Gourbet

rants les vents du nord-est sur la côte voisine ; cela maintient, sous le rapport des vents, la symétrie des deux estuaires.

V

On nous a fait plusieurs objections au projet que

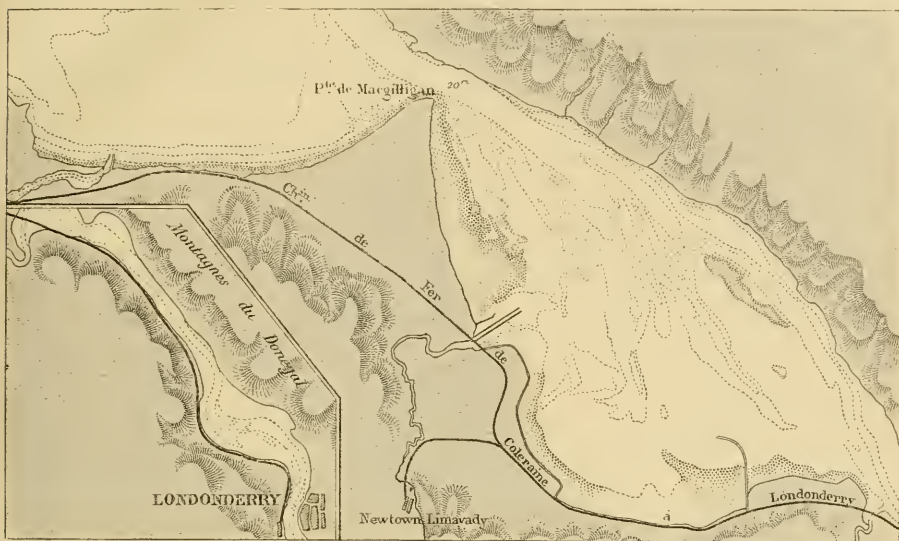


Fig. 3. — Plan SYMÉTRIQUE de l'embouchure de la Foyle.

Enfin, il existe, en amont dugoulet de la Foyle, un ancrage sûr et profond, comme il se forme-

nous avons présenté pour l'amélioration de cette embouchure. On a prétendu surtout que l'estuaire

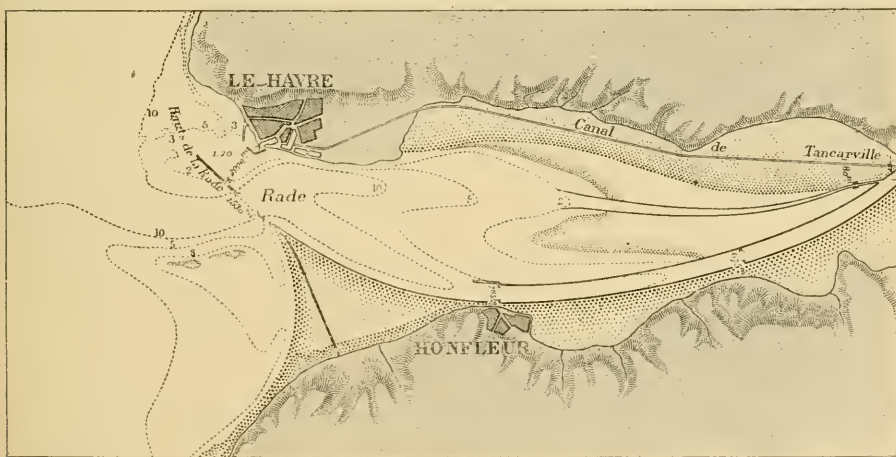


Fig. 4. — Projet d'aménagement de l'embouchure de la Seine.

rait — dans les mêmes conditions — une rade à l'embouchure de la Seine.

se comblerait rapidement. Mais le moyen le plus sûr de connaître à cet égard la vérité est d'observer

soigneusement ce qui se passe dans la Nature. Or, tous les exemples que nous avons cités plus haut prouvent le contraire de l'assertion qu'on nous oppose.

Nous ne discuterons pas ici toutes les raisons qu'on nous a objectées, mais nous nous bornerons à une remarque qui nous paraît devoir fixer aisément les esprits sur ce sujet. C'est que plusieurs de ces estuaires, celui de la Foyle, par exemple, ont été protégés par la création lente de la pointe de sable qui a rétréci leur embouchure. Cette pointe n'a pas toujours existé, et si, avant sa formation, l'on eût demandé à l'un de nos confrères s'il convenait d'établir cette pointe, il eût certainement répondu que l'estuaire se comblerait, et eût fait valoir toutes les objections qu'il nous oppose aujourd'hui. Mais cette pointe s'est produite naturellement. L'estuaire ne s'est pas comblé et aucun des faits qu'il eût redoutés ne s'est réalisés. Il faut en conclure que les objections qu'on nous a faites n'étaient pas fondées.

Si l'on réunissait donc toutes les eaux de la Seine et de l'estuaire sous les jetées du Havre (fig. 4), les abords de ce port seraient bientôt et à jamais débarrassés des atterrissements de la Seine. Il serait accessible à toute heure par la passe du sud-ouest, et il serait doté de la rade abritée qui lui fait si gravement défaut. On pourrait y donner directement un accès aux bassins qui bordent la plage, particulièrement à celui des pétroles, et construire d'autres bassins le long du rivage. La rade se prolongerait par un chenal intérieur et profond jusqu'à Honfleur, auprès duquel la marine militaire pourrait établir des magasins et des chantiers de construction, ceux de l'arsenal de Cherbourg étant beaucoup trop exposés aujourd'hui. Le Havre deviendrait un port presque exclusivement commercial, et l'on ne risquerait plus de voir l'ennemi brûler la ville en bombardant les vaisseaux ou les torpilleurs mouillés dans le nouvel avant-port.

VI

Aujourd'hui, les ports étrangers concurrents sont en grande partie dotés de ce qui manque au Havre, et le trafic de notre grand port français a été fort atteint par le développement considérable de ses rivaux belges, hollandais ou allemands. Pour remédier à cette situation, les habitants du Havre tâchent de développer l'industrie dans cette ville et de relever en même temps leur commerce maritime. Ils luttent avec quelque succès. Mais il ne faut pas se dissimuler combien il est nécessaire que l'État vienne à leur aide, en leur procurant tout ce qui manque à leur port, et les préserve des dangers qu'on leur ferait courir en fixant l'entrée

de la Seine au milieu ou au sud de l'estuaire. En ce moment même, des dragages sont entrepris dans le prolongement des digues du côté sud de la baie, et le chenal, qui passe non loin du Havre, s'est exhaussé de plus de 2 mètres dans la partie aval.

D'un autre côté, des efforts sont tentés pour amener à Brest ou à Cherbourg le point de départ des bateaux de la Compagnie générale Transatlantique. Mais, quoi qu'il arrive, le Havre restera la gare maritime de Paris pour les voyageurs et les marchandises de grande vitesse. Le Gouvernement vient de conclure une convention avec la Compagnie Transatlantique pour la mettre en état de lutter contre l'étranger et pour la faire rester au Havre. Il sait tout l'intérêt que ce port présente, même au point de vue de la défense nationale, et la convention exige qu'il mette le Havre dans les conditions nautiques nécessaires à la grande navigation.

Il ne faut pas, du reste, se dissimuler que les travaux d'amélioration de la Basse-Seine (qu'on ne saurait indéfiniment refuser à Rouen et à Paris), activeront la concurrence de ces deux villes et du Havre. Il importe donc de terminer ces travaux dans de bonnes conditions.

Il est possible de calculer les profondeurs qu'on peut obtenir sur la Seine entre Rouen et les abords du Havre. Si l'on cherche quelle sera la profondeur moyenne du lit au-dessous des basses mers de vive eau en face de Honfleur, si l'on donne au lit du fleuve la largeur de 3.000 mètres prévue par certains projets, l'on trouve qu'elle ne serait que de 0^m,71, c'est-à-dire qu'entre les digues il se formerait des bancs entre lesquels circulerait un chenal variable et sans profondeur. Si l'on borne la largeur du lit à 765 mètres à Honfleur, comme nous l'avons prévu, l'on obtiendra des profondeurs moyennes de 9^m,50 au-dessous des basses mers, depuis la rade jusqu'à Tancarville. Enfin, si l'on supprime, au-dessus d'Elbeuf, le barrage de Martot, de manière à permettre à la marée de se propager librement jusqu'à Poses, le fond moyen du port de Rouen s'abaissera notablement, et ce port pourra contenir, à mer basse, des navires tirant plus de 10 mètres d'eau. La Seine aura des profondeurs paires au-dessous des basses mers, depuis Rouen jusqu'à la mer, si le fond rocheux de la vallée n'atteint pas une cote trop haute. La Seine deviendrait alors une longue et vaste rade intérieure, capable de recevoir les plus grands navires. S'il était possible de transporter le lac de Bizerte ou la rade profonde de l'étang de Berre entre Rouen et la mer, on voudrait sans doute réaliser au plus tôt ce changement; l'amélioration de la Seine maritime aurait les mêmes résultats.

Les travaux à faire auprès du Havre et dans la Seine au-dessous de Tancarville coûteraient 50 mil-

lions si, comme nous le pensons, le système de digues qui réussit si bien en Hollande pouvait s'appliquer à la jetée de Villerville, qui fermerait les passes du sud et du milieu de l'estuaire. Si le système ordinaire des jetées devait lui être appliqué, la dépense s'élèverait à un maximum de 100 millions.

Mais le Havre, Honfleur, Rouen et Paris trouveraient chacun son intérêt dans l'exécution de ces travaux, qui pourraient même servir à la défense

nationale. Ce serait la solution d'ensemble que M. Picard, directeur général des Ponts et Chaussées, demandait en 1885 à la Commission d'études et qui serait conforme aux intérêts du Havre et de Rouen et à ceux du pays tout entier. Les circonstances actuelles réclament plus que jamais la réalisation de ce plan.

L. Partiot,
inspecteur général
des Ponts et Chaussées
en retraite.

LES RELATIONS ACTUELLES ENTRE LA PHYSIOLOGIE ET LA PATHOLOGIE DE LA GLANDE THYROÏDE

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE DU MYXŒDÈME¹

Depuis quelques années, les maladies de la glande thyroïde forment un des chapitres les plus intéressants peut-être de la Pathologie, non seulement à cause de l'importance des problèmes, presque tous relatifs à des questions de nutrition, que soulève leur étude, mais sans doute aussi en raison même de l'obscurité qui enveloppe encore leur genèse et leur développement. Si le myxœdème et le crétinisme (avec ou sans goitre) sont dus incontestablement à la perte ou à l'insuffisance de la fonction thyroïdienne, le mode de production de ces syndromes ne reste-t-il pas inexplicable? Et n'en est-il pas de même des formes de tétanie qui paraissent devoir être rapportées à des lésions ou à la destruction de l'organe dont il s'agit? Quant au goitre exophtalmique, on peut discuter et, de fait, on discute encore pour savoir en quelle mesure il est une maladie de la glande thyroïde. C'est que l'incertitude des explications pathogéniques est en proportion du manque ou de l'insuffisance des notions d'ordre physiologique².

I. — RELATION GÉNÉRALE ENTRE LA SUPPRESSION DE LA FONCTION THYROÏDIENNE ET LE MYXŒDÈME.

§ 1. — Rappel des principaux faits établissant la réalité de cette relation.

Les signes précis qui caractérisent le myxœdème consistent sommairement, d'une part, en des altérations trophiques de la peau et des phanères

(œdème dur de la face, gonflement et déformation des mains, chute des poils, sécheresse de la peau et des muqueuses, et, chez les jeunes animaux, en l'arrêt du développement de divers tissus et appareils organiques et, d'autre part, en des troubles profonds du système nerveux (parésie musculaire, dépression de toutes les fonctions nerveuses et psychiques). Quand ces symptômes eurent été indiqués et groupés pour la première fois par W. Gull, en 1873³, les médecins s'appliquèrent à les décrire soigneusement. Pendant toute cette période, de

Presque tout ce que l'on en peut dire d'ailleurs, du point de vue de la physiologie pathologique, se rapporte aussi au crétinisme. Quant aux autres maladies dépendant d'altérations de la glande thyroïde, les documents, en raison même de leur caractère encore incomplet ou incertain, auraient besoin d'être critiqués d'une façon très détaillée; par suite cet article s'allongerait démesurément.

¹ Je crois inutile de répéter dans cette étude générale des indications bibliographiques que l'on peut très aisément trouver soit dans mon article: Exposé critique des recherches relatives à la physiologie de la glande thyroïde (*Arch. de Physiol.*, 5^e série, t. IV, p. 391, 1892), soit dans l'étude analogue de V. HORSLEY: Remarks on the function of the thyroid gland; a critical and historical review (*Brit. med. Journ.*, 30 janvier et 7 février 1892, p. 215 et 265), ou bien encore dans les deux travaux les plus complets et les plus récents sur la pathologie de la glande thyroïde, celui de H. BINCRA: Fortfall und Enderung der Schilddrüsenfunktion als Krankheitsursache (in *Ergebnisse der allg. Pathol. und pathol. Anat.*, herausg. von O. Lubarsch und R. Ostertag, Abtheil. I, p. 5, 68, Wiesbaden, 1896) et celui de C.-A. EWALD: Die Erkrankungen der Schilddrüse, Myxödem und Cretinismus (in *Specielle Pathol. und Therapie*, herausg. von H. Nothnagel, Bd XXII, p. 1-247, Wien, 1896). On trouve aussi une bibliographie considérable à la suite du mémoire de J. ROSENBLATT: Sur les causes de la mort des animaux thyroïdectomisés (*Arch. des Sc. biol.*, Saint-Petersbourg, 1895, t. III, p. 53-81) et dans la thèse de mon ancien élève J. GUINAT: Étude sur la glande thyroïde dans la série des Vertébrés et en particulier chez les Sélaciens (Thèse, Paris, 1896).

¹ Cette étude est pour partie la reproduction du Rapport qui avait été demandé à l'auteur par le Comité d'organisation du XII^e Congrès international de Médecine, à Moscou, sur la physiologie pathologique du myxœdème.

² Je ne m'occuperai dans cette étude que du myxœdème.

1873 à 1882, la pathogénie de la maladie ne reçut aucune lumière.

A ce moment un progrès essentiel, quoique encore préliminaire, fut réalisé. Les observations de J. et L. Reverdin (de Genève) et celles de Kocher (de Berne) (1882-1883) sur le développement d'une maladie semblable au myxœdème, à la suite de l'ablation de la glande thyroïde chez les goitreux, ramenèrent au jour les expériences déjà anciennes de Schiff (1839), relatives aux effets de l'extirpation de cet organe chez les animaux; Schiff lui-même, puis beaucoup d'autres physiologistes, surtout en Italie, démontrèrent d'une façon définitive que, chez le chien et chez le chat, la mort, précédée d'accidents convulsifs et paralytiques très graves, est, dans la plupart des cas, la conséquence de cette opération. A la vérité, il s'agissait là de phénomènes aigus, amenant rapidement la mort, tandis que le myxœdème de l'homme, outre qu'il ne présente pas ces affreuses crises, évolue lentement. Mais V. Horsley, en 1883, trancha cette difficulté en établissant que, chez le singe, les accidents consécutifs à la thyroïdectomie n'ont pas toujours une issue fatale aussi prompte que chez le chien et qu'ils consistent aussi en des troubles trophiques analogues à ceux de la maladie humaine¹. D'autre part, plusieurs chirurgiens avaient observé des phénomènes convulsifs chez des myxœdémateux. Entre temps, les anatomo-pathologistes avaient constaté, à l'autopsie d'un certain nombre de ces malades, l'atrophie ou des altérations profondes du corps thyroïde. Bref, il devint évident que le myxœdème est causé par la destruction de la glande thyroïde par un processus morbide. Tel fut, par exemple, le résultat capital (1888) de la fameuse enquête, très minutieuse, à laquelle se livra la Commission nommée en 1883 par la Société clinique de Londres pour l'étude du myxœdème. Dans les années suivantes, cette donnée générale fut encore confirmée par quelques observations de maladie chronique avec troubles trophiques, survenue plus ou moins longtemps après la thyroïdectomie, mais toujours assez tardivement chez des animaux tels que le chien², le lapin³, la

chèvre⁴ et par les constatations de F. Hofmeister⁵, de A. von Eiselsberg⁶, de G. Moussu⁷, sur le développement d'une sorte de crétinisme chez les jeunes animaux (lapins, moutons, chèvres, porcs), à la suite de cette opération, mais incomplète (l'extirpation complète amenant habituellement la mort, comme chez les animaux adultes). Quant à la gravité et à l'acuité extrêmes des accidents chez les carnassiers (chiens et chats), on les expliquait simplement en admettant avec Horsley que, chez ces animaux, les échanges chimiques que règle normalement la glande thyroïde sont beaucoup plus actifs. Enfin, la démonstration fut achevée, ce semble, quand Vassale (1890-1891) et Gley (1891-1892), indépendamment l'un de l'autre, mais guidés sans doute par les mêmes raisonnements physiologiques, eurent produit l'atténuation et même la suppression temporaire des désordres présentés par les animaux thyroïdectomisés en injectant à ces animaux un extrait aqueux de glandes thyroïdes; ces expériences permirent à J. Murray et à beaucoup d'autres médecins, après lui, d'appliquer à l'homme ce procédé plus ou moins modifié; ainsi fut assurée par un traitement aussi simple que rationnel la guérison d'une maladie considérée jusque-là comme incurable; et rarement aussi se trouva mieux justifié le vieil aphorisme : *Naturam morborum ostendunt curationes*.

§ 2. — Insuffisance des données précédentes pour rendre compte du myxœdème.

Cependant cette relation, tout importante qu'elle est, entre la lésion thyroïdienne et le myxœdème, n'a aucune valeur explicative: simple constatation de fait, elle apprenait seulement que la cause de la maladie consiste dans la perte de la fonction thyroïdienne, mais n'apprenait rien sur la nature des troubles morbides ni sur leur mécanisme et ne pouvait en donner la raison. Dans l'étude d'ensemble la plus complète que nous possédions actuellement sur cette question du myxœdème, que trouve-t-on, en effet, sur ces différents points? C.-A. Ewald (*loc. cit.*), résumant les conceptions les plus plausibles des physiologistes sur la fonction thyroïdienne, est bien obligé, avec tous ceux qui ont essayé de se faire une idée de celle-ci, de la considérer soit comme d'ordre nutritif, soit

¹ Des observations sur le singe, plus ou moins analogues à celles de V. Horsley, ont été relatées par Th. Langhans (*Virchow's Archiv.*, t. CXXVIII, p. 318-409, 1892), par J. Murray (*Brit. med. Journ.*, 1893, vol. II, p. 677), par Walter Edmunds (*Journ. of Pathol. and Bacteriol.*, t. III, p. 488-501, 1896).

² TIZZONI et CENTAXNI: Sugli effetti remoti di tiroidectomia nel cane (*Archivio per le sc. med.*, t. XIV, p. 313, 1890). — E. GLEY: Contribut. à l'étude des effets de la thyroïdectomie chez le chien (*Arch. de physiol.*, 5^e série, t. IV, p. 81, 1892). — E. GLEY et ROCHON-DEVIENNE: Contribut. à l'étude des troubles trophiques chez les chiens thyroïdectomisés. Altérations oculaires chez ces animaux (*Arch. de physiol.*, 5^e série, t. VI, p. 101, 1894).

³ E. GLEY: *Arch. de physiol.*, 5^e série, t. IV, p. 311 et p. 664,

1892; — *Ibid.*, t. V, p. 467, 1893; et *Soc. de Biol.*, 16 juillet 1892, p. 606.

⁴ E. GLEY: *Soc. de Biol.*, 2 juin 1894, p. 433, et *Bull. du Muséum d'Hist. natur.*, t. I, p. 286, 1895.

⁵ F. HOFMEISTER: *Fortschritte der Med.*, t. X, p. 121, 1892, et surtout *Beiträge zur klin. Chir.*, t. XI, p. 441-523, 1894.

⁶ A. VON EISELSBERG: *Soc. impériale-royale des med. de Vienne*, 21 octobre 1892 et *Archiv f. klin. Chir.*, t. XLIV, p. 1-28, 1893.

⁷ G. MOUSSU: *Mémoires de la Soc. de Biol.*, 1892, p. 271, et *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 17 décembre 1892, p. 972.

comme de nature antitoxique. Dans la première théorie, hypothétiquement émise d'abord et de la façon la plus concise et la plus réservée par Schiff¹, on suppose que la glande sécrète une substance nécessaire à la nutrition de l'organisme et particulièrement du système nerveux. Dans la seconde², soutenue avec des preuves insuffisantes par Colzi et par Rogowitsch, puis par Fano et Zanda, et que mes expériences sur la toxicité des urines³ et du sérum sanguin des animaux thyroïdectomisés, confirmées par Masoin⁴, par Bajenoff⁵, par Cadéac et Guinard⁶, par G. de Luca et V. d'Angerio⁷, celles de Vassale et Rossi⁸ sur la toxicité des extraits de muscles de ces animaux, et celles de J. Rosenblatt (*loc. cit.*) sur le rôle des reins dans l'élimination de ces substances toxiques, ont rendue plus solide et qu'elles ont développée, on admet que la glande détruit un poison qui résulte des échanges chimiques normaux et qui, quand elle ne fonctionne plus, s'accumule dans l'organisme. Par suite, dans le premier cas, les symptômes du myxœdème sont rattachés d'une façon très peu précise à des troubles nutritifs, dépendant hypothétiquement d'une altération également nutritive du système nerveux; et, dans le second cas, à l'action d'une substance toxique sur le système nerveux. Encore que cette dernière théorie ait en sa faveur les quelques faits que je viens de rappeler, il est clair que, sous sa forme actuelle, elle ne peut rendre compte du syndrome dont il s'agit de comprendre l'origine et le développement; elle n'en peut guère mieux rendre compte que la première. Tout ce qu'il était permis de dire, vu les effets des injections intra-veineuses d'extrait thyroïdien sur les animaux ou des injections sous-cutanées de cet extrait ou de l'ingestion de ce même extrait ou de la glande en nature chez les myxœdémateux, c'est que le produit de sécrétion de la glande, à supposer que normalement il détruit dans la glande même le poison

que le sang amènerait au contact des éléments cellulaires, peut aussi agir en dehors de la glande, dans le milieu sanguin, à la façon d'un antidote.

Ainsi le travail considérable, accompli de 1883 à 1895, s'il avait procuré une donnée sans laquelle le myxœdème fût resté une simple curiosité clinique et grâce à laquelle, d'autre part, le traitement de cette grave maladie avait été créé de toutes pièces, ne fournissait pas de résultats dont on pût tirer une explication des différents phénomènes constitutifs du syndrome. C'est que le mécanisme de la fonction thyroïdienne restait indéterminé.

II. — NOTIONS RÉSULTANT DE L'ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES DES PRODUITS SÉCRÉTÉS PAR LA GLANDE THYROÏDE.

Il me semble que l'étude systématique des propriétés physiologiques des produits sécrétés par la glande peut faire entrer la question dans une phase véritablement explicative.

§ 1. — Action physiologique de l'extrait thyroïdien.

Dès 1886, R. Ewald avait montré que l'extrait aqueux de glandes thyroïdes possède une toxicité assez faible, mais réelle. En 1890 et 1891, Vassale et Gley établirent l'action thérapeutique de ce liquide chez les animaux thyroïdectomisés. En 1895 et 1896, Oliver et Schäfer¹ et surtout Haskovec², étudièrent l'action vaso-dilatatrice de ce même liquide.

§ 2. — Rôle de l'iodothyline.

Mais la remarquable découverte, due à Baumann³, d'une substance iodée dans la glande et de quelques propriétés de cette substance, a une tout autre importance. Une voie nouvelle fut par là ouverte aux chercheurs, et un moyen d'investigation précis (dosage exact de l'iode) leur fut donné pour juger de l'activité de la glande. Et je ne parle pas de l'intérêt qu'offre ce corps au point de vue doctrinal pour la Chimie physiologique; on a déjà plusieurs fois pressenti le grand rôle fonctionnel de combinaisons protéiques dans la molécule desquelles entrerait une très petite quantité d'un élément minéral quelconque.

¹ Voici, en effet, tout ce que Schiff a dit à ce sujet: « On pourrait croire que ces glandes préparent une matière qui, entrant dans le sang, devient un intermédiaire nécessaire pour la nutrition des centres. Mais la possibilité d'autres hypothèses n'est pas exclue. » *Revue méd. de la Suisse romande*, 1884, t. VII, p. 74.

² J'ai donné un exposé critique détaillé de cette question dans les *Arch. de Physiol.*, 5^e série, t. VII, p. 771, 1895.

³ Lautanici a fait connaître en même temps que moi des expériences prouvant la toxicité des urines des chiens thyroïdectomisés. *Soc. de Biol.*, 9 mai 1891, p. 307.

⁴ P. MASOIN: *Arch. de physiol.*, 5^e série, t. VI, p. 283, 1894, et t. VII, p. 368, 1895.

⁵ N. BAJENOFF: *Le rôle de l'auto-intoxication dans la pathogénie de quelques syndromes nerveux* en russe. Kharkoff, 1894.

⁶ CADÉAC et GUINARD: *Soc. de Biol.*, 16 juin 1894, p. 509.

⁷ G. DE LUCA et V. D'ANGÉRIO: *Riv. clinica e terapeutica*, t. XIX, n^o 9, 1896.

⁸ G. VASSALE et G. ROSSI: Sulla tossicità del succo muscolare degli animali tiroidectomizzati. *Riv. sper. di Frenatria e di Med. leg.*, t. XIV, fasc. 2 et 3, 1893.

¹ G. OLIVER and E.-A. SCHÄFER: On the physiological action of extracts of pituitary body and certain other glandular organs. *Journ. of physiol.*, t. XVIII, p. 277, 1895.

² HASKOVEC: Exper. Beitrag. zur Wirkung des sogenannten Thyroïdin. *Wien. med. Blätter*, 1895, n^o 47; et Ueber die Einwirkung des Schilddrüsenstoffes auf den Kreislauf. *Ibid.*, 1896, nos 8, 9, 10 und 11.

³ E. BAUMANN: *Zeits. f. physiol. Chemie*, t. XXI, pp. 319 et 481, 1895-1896 et t. XXII, p. 1, 1896. — Voyez sur la découverte de Baumann, l'appréhension si pénétrante de M. A. Etard dans la *Revue* du 30 septembre 1896, p. 782, et l'article de M. A. Chassevant, dans la *Revue* du 15 octobre 1896, p. 843.

A la vérité, une question préjudicielle se pose : l'*Iodothyryne* de Baumann est-elle le seul principe actif de la glande ? Cette question est, à mon sens, encore pendante à l'heure qu'il est. Plusieurs expérimentateurs soutiennent que l'*Iodothyryne* ne suffit pas à suspendre les accidents de la thyroïdectomie chez le chien. La discussion a été vive sur ce point entre Baumann et Goldmann et Ross, d'une part¹, et A. Fränkel² et R. Gottlieb³, d'autre part ; J.-A. Notkin⁴ est entré aussi dans le débat ; il est d'avis que l'*Iodothyryne* peut bien guérir le myxœdème, mais n'a pas d'action sur les convulsions des animaux thyroïdectomisés ; c'est la thyroantitoxine de Fränkel⁵ qui aurait la propriété d'arrêter les accès convulsifs. Récemment, Ed. Wormser⁶ a donné un très bon exposé général de cette discussion et relaté en même temps des expériences personnelles, d'après lesquelles l'*Iodothyryne* ne peut supprimer les accidents convulsifs de la thyroïdectomie. Même constatation aussi de la part de Stabel⁷. Enfin, il importe d'ajouter que E. Drechsel⁸ a dit avoir isolé de la glande thyroïde au moins deux substances actives et qu'il pensait, par suite, qu'il en faut distinguer trois, y compris l'*Iodothyryne*. J'ai essayé de me faire une opinion sur la question, en traitant des chiens thyroïdectomisés respectivement par l'*Iodothyryne* et par l'extrait thyroïdien en nature ; comme Fränkel, Gottlieb, Notkin, Wormser, Stabel, je n'ai pas réussi à sauver ces animaux ; mais je n'attache pas une importance décisive à ce genre de recherches, parce que je sais, par une expérience longue et déjà ancienne, combien il est souvent difficile d'améliorer, même par les injections intra-veineuses de suc thyroïdien, l'état des animaux opérés, tellement sont violents et rapides les accidents ; d'autres fois, au contraire, on a affaire à des animaux qui présentent des périodes de rémission spontanée ; ce n'est donc qu'au prix de nombreuses expériences que l'on peut juger de la valeur des préparations employées pour combattre les troubles consécutifs à la thyroïdectomie. Ce que je puis

dire de plus positif, c'est que j'ai trouvé, dans quelques expériences, l'action cardio-vasculaire de l'extrait thyroïdien, bien connue depuis les recherches d'Oliver et de Schäfer, et surtout grâce à celles de Haskovec, beaucoup plus marquée que l'action de l'*Iodothyryne*.

Quelque intéressante, d'ailleurs, que soit cette question de savoir si la glande thyroïde sécrète un ou plusieurs principes actifs, la solution n'en est pas ici indispensable. Il est, en effet, dès maintenant établi que l'*Iodothyryne* possède d'importantes propriétés thérapeutiques : elle atténue divers accidents de la thyroïdectomie et elle guérit le myxœdème. D'où il suit qu'il doit y avoir une étroite relation entre cette maladie et le manque de la sécrétion iodée thyroïdienne.

Assurément, tout n'est pas, par cela même, éclairci. Bien des difficultés subsistent. Il y en a de deux ordres.

En premier lieu, se présentent des difficultés de nature physiologique qui concernent la formation et le sort de la substance iodée en question. D'où provient l'iode qui se fixe ainsi dans la glande thyroïde, par un pouvoir de sélection des éléments cellulaires de cet organe ? En quelle combinaison entre-t-il dans la glande ? Ce problème chimique résolu, il faudra chercher ce que devient l'*Iodothyryne* formée ; ne passe-t-elle pas dans le sang ? Si on le pense, il faudra déceler sa présence dans le sang des veines thyroïdiennes ou dans les lymphatiques du cou. C'est ici le cas de se rappeler les paroles profondes et intuitives de Legallois¹ au commencement de ce siècle : « Le triomphe de la chimie animale serait de trouver des rapports entre le sang artériel, la matière de telle sécrétion et le sang veineux correspondant, tant dans l'état sain que dans l'état pathologique des divers animaux ; de trouver des différences entre les divers sangs veineux ; de trouver enfin ces différences proportionnelles à celles des sécrétions correspondantes. » J'ai commencé des recherches dans cette direction ; mais elles sont longues et laborieuses². Supposons, cependant, la question résolue par l'affirmative ; une autre va se présenter, non moins difficile. Que devient cette *Iodothyryne* qui passe ainsi dans le sang ? Où va-t-elle exercer son action ? Dans quels milieux et sur quels éléments cellulaires ? Puis, quel est le sort de cette substance ? En fait, on trouve toujours dans les thyroïdes normales de l'iode en quantité à peu

¹ *Münch. med. Wochenschr.* 24 novembre 1896, p. 1153.

² *Wiener med. Blätter*, 1896, nos 13, 14 et 15.

³ *Deutsche. med. Wochenschr.*, 1896, n° 13, p. 235.

⁴ *Virchow's Archiv.*, t. CXLIV, p. 224, 1896, et *Arch. russes de pathol.*, août 1896.

⁵ FRÄNKEL : Thyreoantitoxin, der physiol. wirksame Bestandteil der Thyroidea *Wiener med. Blätter*, 1895, n° 48.

⁶ ED. WORMSER : Exper. Beiträge zur Schilddrüsenfrage *Inaug. Dissert.*, Bern, 1897, et *Archiv f. die ges. Physiol.*, t. LXVII, pp. 505-540, 1897.

⁷ H. STABEL : *Berl. klin. Wochenschr.*, 1897, n° 33.

⁸ E. DRECHSEL : Die wirksame Substanz der Schilddrüse *Centrabl. f. Physiol.*, t. IX, p. 705, 22 février 1896. Les observations histologiques de G. Galeotti sur la différenciation de deux sortes de produits de sécrétion, dans le parenchyme même de la glande, seraient également favorables à cette manière de voir (*Riv. ital. di Patol. e Anal. patol.*, 1896, fasc. 11 et 12).

¹ LEGALLOIS : Le sang est-il identique dans tous les vaisseaux qu'il parcourt ? *Dissertat. inaug.* soutenue à l'Ecole de Méd. de Paris, septembre 1801.

² Présentement, j'ai déjà trouvé de l'iode dans le sang de la circulation générale chez plusieurs chiens et lapins, mais en petite quantité.

pres égale, l'alimentation et les conditions d'existence étant les mêmes. Cela résulte des dosages que j'ai faits sur les glandes d'une quinzaine de chiens et d'autant de lapins vivant au laboratoire depuis plusieurs semaines. L'iode de la combinaison organique qui le contient est-il incessamment repris par la glande ? Ce ne serait pas le seul exemple d'un cycle de ce genre ; n'est-ce pas, d'après Schill, ce qui arrive en partie pour les éléments de la bile ? Ou bien les quantités extrêmement petites d'iode qu'apporte l'alimentation sont-elles sans cesse extraites par la glande du fonds commun où chaque épithélium puise les matériaux aux dépens desquels il élabore ses produits spécifiques, et se fait-il une élimination régulière d'iode, déchet de l'iodothyroïne, usée, comme tant d'autres substances, par le jeu normal de la vie ? Autant de problèmes qui se posent, autant de recherches pleines d'intérêt à entreprendre.

En second lieu, il faudrait que fussent bien établis trois points importants :

1^o La glande thyroïde ne fonctionne pas sans iode ;

2^o Quand la glande est malade, elle ne contient plus ou contient beaucoup moins d'iode ;

3^o Quel est le mode d'action de l'iodothyroïne ?

Je puis dire sur le premier point que j'ai toujours trouvé de l'iode, en quantité variant dans des limites assez restreintes, dans les organes thyroïdiens de plus de quinze chiens et de douze lapins normaux. — Cette proposition a sa contre-partie dans cette autre, à savoir, si l'iodothyroïne est un produit de sécrétion spécifique, que l'on ne doit trouver d'iode en quantité notable que dans la glande thyroïde. La mort n'a pas laissé le temps au regretté Baumann¹ d'entreprendre cette recherche. Je l'ai commencée et jusqu'à présent j'ai trouvé ce corps dans le sang, comme je l'ai déjà dit plus haut, et dans le foie, la rate et les capsules surrénales, mais seulement en très petite quantité ; dans toute une rate de chien, par exemple, pesant (poids de l'organe frais) 23 grammes, j'ai trouvé 0^{mg},026 d'iode, tandis que la glande thyroïde de cet animal, qui pesait 1^{gr},06, en contenait 0^{mg},12 ; dans tout un foie de lapin qui pesait frais (et non livré) 98 grammes, il y avait 0^{mg},038 d'iode, alors que l'appareil thyroïdien (glande et glandules) du poids de 0^{gr},198, en contenait 0^{mg},239 ; dans les capsules surrénales les traces ne sont même pas dosables. D'autre part, je n'en ai trouvé ni dans les ganglions lymphatiques, ni dans le thymus, ni dans l'hypophyse, ni dans les ovaires. On est donc en droit d'admettre que la glande thyroïde possède

d'une manière toute particulière et en quelque sorte spécifique, le pouvoir de fixer l'iode.

En ce qui concerne le deuxième point, il semble que Baumann avait réussi à l'établir. Récemment cependant, A. Oswald² a montré qu'il y a des tumeurs goitreuses dans lesquelles on trouve beaucoup d'iode. Ce fait, toutefois, n'est nullement en contradiction avec les résultats obtenus par Baumann, relativement à la grande diminution, dans les goîtres, du contenu normal d'iode ; Oswald distingue, en effet, avec beaucoup de raison, entre les goîtres colloïdaux et les strumeux, ceux qui ont subi la dégénérescence conjonctive ; dans les premiers, il y a toujours de l'iode et les individus qui en sont porteurs ne présentent d'ailleurs aucun des symptômes de la cachexie thyroïdienne. Ces symptômes caractéristiques se produisent, au contraire, dans l'autre forme du goître. Il convient même de remarquer que la glande contient d'autant plus d'iode qu'elle renferme plus de matière colloïde³.

— Il serait évidemment du plus haut intérêt de rechercher l'iode dans des thyroïdes de myxœdémateux. Mais c'est une recherche qui ne pourra sans doute être faite de longtemps, puisque heureusement on guérit aujourd'hui les myxœdémateux. — Par contre, l'occasion de faire cet essai, dans des cas de maladie de Basedow, peut se présenter ; et il serait bon de ne pas la laisser échapper.

Reste à considérer l'action physiologique de l'iodothyroïne. C'est un fait bien remarquable que l'influence de cette substance sur les mutations de matières⁴. Les expériences de Roos⁵, de Gluzinski et Lemberger⁶, de Bartell⁷, etc., et surtout un travail très soigné de F. Voit⁸ prouvent nettement que ce corps iodé augmente la quantité d'urines, la quantité d'azote total, de chlorures et d'acide phosphorique excrétés par les reins et l'élimination de l'acide carbonique ; tous phénomènes que l'on savait déjà se produire sous l'influence de l'extrait de la glande totale ou par l'ingestion de la glande

¹ A. OSWALD : Ueber den Iodgehalt der Schildkröten (Zeit. f. physiol. Chemie, t. XXII, p. 265-310, 1897).

² Ce rapport direct et fort intéressant entre la matière colloïde et le principe actif de la thyroïde, démontré par Oswald, et qui prouve que l'iode se trouve dans cette matière sécrétée par la glande, avait été déjà signalé par Hutchinson (Preliminary note on the active substance in the thyroid [British med. Journ., 1896, p. 722]).

³ Récemment E. de Cyon (Comptes rendus Acad. des Sc., 28 juin et 13 septembre 1897 et Centralbl. f. Physiol., 21 août 1897) a découvert une nouvelle et très curieuse propriété de l'iodothyroïne ; cette substance augmenterait considérablement l'excitabilité du nerf dépresseur et du nerf pneumogastrique. Parlant de ce fait, E. de Cyon établit un rapport étroit entre la sécrétion thyroïdienne et le fonctionnement des nerfs régulateurs du cœur.

⁴ Zeits. f. physiol. Chemie, t. XXII, p. 18, 1896.

⁵ Centralbl. f. innere Med., 1897, p. 90.

⁶ Sitzungsber. der Naturforsch., 1897.

⁷ Zeits. f. Biol., N. F., t. XVII, p. 116-154, 1897.

⁸ Baumann dit seulement qu'il n'a pas trouvé d'iode dans le thymus de veau.

fraîche¹. Or, c'est justement un des signes caractéristiques du myxœdème que la diminution de tous les échanges nutritifs, de ceux qui portent sur les hydrates de carbone comme de ceux qui portent sur les matières albuminoïdes : diminution de l'urée et de l'azote total des urines et de l'acide phosphorique², diminution de l'acide carbonique exhalé, abaissement de la température. Que l'on administre à ces malades de l'iodothyriane, et le taux des échanges se relève, comme avec les préparations de glande fraîche³.

Ici devrait être tenté un travail d'explication. Comment cette substance augmente-t-elle les échanges nutritifs ? Et d'abord exerce-t-elle son action dans la glande même qui la forme ? Admettons, pour la simplicité des raisonnements, qu'elle soit le seul principe actif sécrété par les cellules thyroïdiennes. Il n'est guère vraisemblable, en raison même de son influence sur les mutations de matières et, par exemple, sur la production de l'urée, qu'elle n'aille pas l'exercer partout où ont lieu ces mutations. Et dès maintenant, sachant le rôle considérable que joue le foie dans la formation de l'urée, on peut conseiller de rechercher l'action possible de l'iodothyriane sur les diverses fonctions hépatiques.

Mais même ce problème résolu, tout le myxœdème serait-il expliqué ? Ne sait-on pas que les troubles nutritifs, dont il a été parlé plus haut, ne constituent pas toute la maladie ? Un abaissement permanent du taux des échanges peut-il conduire à un état tel que le myxœdème ? Comment alors, dans cette opinion, s'expliqueraient les troubles du système nerveux ? D'autres causes que la perte

de la fonction thyroïdienne diminuent les mutations de matières et ne donnent pas lieu à ce syndrome, et plusieurs moyens augmentent les échanges nutritifs qui ne le font pas disparaître.

Force est bien d'admettre qu'à côté de ce facteur de la maladie il s'en trouve un autre. Etant donné l'ensemble des accidents spécifiques, l'hypothèse la plus plausible est encore qu'ils sont en partie de nature toxique. Nous voilà donc revenus à cette notion physiologique, que mes expériences de 1892 ont contribué à établir, à savoir que les accidents dépendant de la suppression de la glande thyroïde tiennent à une intoxication. Le malheur est que la substance toxique supposée reste toujours inconnue. On paraît avoir renoncé à l'idée que les principaux symptômes du myxœdème opératoire, comme les phénomènes convulsifs consécutifs à la thyroïdectomie, seraient dus à un empoisonnement par la mucine (Halliburton, Horsley, Wagner). Les recherches de V. Milla¹ sur l'action de la neurine, chez les animaux thyroïdectomisés, ne permettent nullement de penser que chez ces animaux il y a accumulation de ce poison dans l'organisme. La conception de U. Dutto et D. Lo Monaco², que la cachexie strumipriva tient à un processus analogue à celui de l'urémie, reste à l'état de supposition. Il en est de même de l'hypothèse récente de L. Blumreich et M. Jacoby³, à savoir que les accidents résultant de la thyroïdectomie ressemblent à un empoisonnement par l'iodé⁴. L'idée la plus vraisemblable est encore celle de N. Bajenoff (*loc. cit.*), qui attribue ces accidents à une leucomaine qu'il aurait d'ailleurs isolée du sang et du cerveau des chiens en proie à la maladie. Ces quelques données sont manifestement insuffisantes ou encore vagues. C'est donc vers la détermination de la substance toxique supposée que les efforts des expérimentateurs doivent se porter.

Dans notre ignorance actuelle sur ce point, peut-on penser que l'iodothyriane serait l'antidote de cette toxine ? Sans doute, ceux qui soutiennent que les principes actifs sécrétés par la glande thyroïde sont multiples, admettraient peut-être volontiers qu'à l'iodothyriane revient l'action nutritive et à

¹ Voyez le mémoire cité ci-dessus de E. Roos, où l'on trouvera les principales indications bibliographiques afférentes à cette question. Un des meilleurs travaux sur ce point est celui de VERMIRKEN (*Deutsche med. Wochenschr.*, 1893, p. 253); voir aussi les recherches très exactes de E. Roos sur un chien. *Zeits. f. physiol. Chemie*, t. XXI, p. 19, 1895. — A. SCHMIDT *Zeits. für klin. Med.*, 1897, t. XXII, p. 284, a pourtant contesté récemment que l'iodothyriane eût sur les échanges nutritifs une action égale à celle des préparations de glande fraîche. Il faut dire aussi que F. VOIR (*loc. cit.*) a remarqué que l'élimination de l'acide carbonique est moins augmentée par l'iodothyriane que par la glande fraîche. — On trouvera un très bon exposé critique de toutes ces recherches dans un travail tout récent de A. VER ECKE : Etude de l'influence de la sécrétion interne du corps thyroïde sur les échanges organiques (*Arch. intern. de pharmacodynamie*, t. IV, fasc., 1-2, p. 81-168, 1897), où, d'autre part, l'auteur établit par des expériences décisives l'influence excitante continue de la glande thyroïde sur les échanges nutritifs.

² Dans le travail cité ci-dessus, A. VER ECKE, par des recherches fort bien conduites, a nettement montré que, chez le lapin et chez le chien, la thyroïdectomie totale ou partielle ralentit les échanges azotés et diminue l'excrétion de l'acide phosphorique ainsi que la diurèse.

³ On peut citer particulièrement les observations de TREUEFEL (*Munch. med. Wochenschr.*, t. II, février 1896) et celles de A. MAGNUS-LEVY (*Deut. med. Wochenschr.*, 30 juillet 1896). Consulter sur ce point, C.-A. EWALD (*loc. cit.*), p. 187-199.

¹ V. MILLA : Influenza della neurina sui cani tiroidectomizzati (*Riv. sper. di Freniatria e di Med. legale*, t. XX, fasc. 2, 1894). Les expériences que j'ai faites, à la même époque, sur des grenouilles, des cobayes et des lapins, pour chercher s'il n'y a pas d'antagonisme physiologique entre l'extrait thyroïdien et la neurine, ne m'ont donné aucun résultat précis.

² U. DUTTO et D. LO MONACO : Alcune ricerche sul metabolismo nei cani privati delle tiroidi (*Rendiconti della R. Acad. dei Lincei*, 8 juin 1895, p. 458).

³ L. BLUMREICH et M. JACOBY : Exper. Unters. über die Bedeutung der Schilddrüse und ihrer Nebendrüsen für den Organismus (*Archiv f. die ges. Physiol.*, t. LXIV, p. 1, 1896).

⁴ ED. WORMSER (*loc. cit.*, p. 337) a fait une critique judicieuse de cette hypothèse.

l'autre substance ou aux autres substances l'influence antitoxique. Sans trancher la question, qui demande de nouvelles recherches, il est permis de faire remarquer qu'un même composé chimique peut avoir et possède souvent en effet des propriétés pharmacodynamiques diverses et, d'autre part, de rappeler que des expériences célèbres de Behring ont montré l'action de l'iode sur certaines toxines microbiennes. Quoiqu'il en soit d'ailleurs, nous sommes ramenés à la question physiologique de la nature des produits de sécrétion de la glande thyroïde. Le problème pathologique dépend toujours du problème physiologique.

Malgré ces réserves, il me semble possible de dire que la connaissance de l'iodothyrique et de ses propriétés a fait entrer l'étude du myxo-œdème dans la période des explications permettant de comprendre comment se produisent quelques-uns des symptômes de la maladie. C'est là le progrès que la Physiologie a réalisé dans cette question durant ces deux dernières années.

§ 3. — De la régulation des échanges nutritifs par des substances provenant des échanges mêmes. Auto-régulation de la nutrition générale.

On peut aussi, de toutes ces recherches, quelque incomplètes qu'elles soient encore, tirer une conclusion générale. Car la vision précise des difficultés de l'avenir ne doit pas faire dédaigner au savant les acquisitions du passé. De ce que nous savons déjà de l'iodothyrique et de son mode d'action sortent dès maintenant des conséquences intéressantes, non seulement pour notre conception de la fonction thyroïdienne, mais aussi au point de vue de nos idées sur la nutrition et sur les troubles des processus chimiques dans les maladies en général.

Si l'iodothyrique augmente l'intensité des échanges qui aboutissent à la formation de l'urée et de l'acide carbonique, et, inversement, puisque sa disparition de la glande thyroïde entraîne la diminution des échanges, on est amené à attribuer à cette substance la propriété de régler la nutrition.

Les physiologistes ont accoutumé jusqu'à présent de considérer la régulation des phénomènes nutritifs comme étant sous la dépendance du système nerveux. Les causes intimes de la disposition et de l'ordre de ces phénomènes et de leur relation entre eux nous étant inconnues, on les rattache, en vertu d'un procédé naturel de l'esprit, aux actions de ce système nerveux dont le mécanisme fonctionnel, par sa complexité même, paraît susceptible de tout embrasser et de tout régler. On a sans doute du mal à comprendre que l'excitation d'un filet nerveux puisse rendre une hydratation ou une oxydation plus intense; on l'admet néanmoins.

Beaucoup de faits d'ailleurs paraissent montrer cette influence du système nerveux sur les processus chimiques intra-cellulaires. Par suite, les pathologistes souvent rapportent purement et simplement un trouble nutritif à un désordre nerveux, de quelque nature que soit celui-ci. C'est se contenter à peu de frais. Car ce qu'il importerait de déterminer, c'est la cause qui agit sur telle ou telle partie des centres nerveux ou sur tels nerfs, et la nature de cette cause, mécanique ou chimique. On n'a rien dit quand on a dit, par exemple, qu'une certaine forme de diabète est d'origine nerveuse. Ce que le médecin aurait intérêt à connaître, c'est la cause qui excite le bulbe ou quelque autre partie du système nerveux reliée au foie ou au pancréas et, d'autre part, la modification dans les processus chimiques intra-cellulaires de ces organes, qui est commandée par cette excitation nerveuse. « Les altérations du système nerveux ne rendent pas compte par elles-mêmes des troubles de la nutrition; après qu'on les a constatées, il faut rechercher par quel mécanisme elles déterminent ce trouble, et c'est la seconde, et la plus difficile et la plus importante partie du problème¹. »

L'étude des troubles de la fonction thyroïdienne conduit plus loin. Il semble bien, en effet, qu'il n'y ait plus besoin ici de l'intermédiaire du système nerveux pour expliquer la perturbation organique produite. Tout nous fait croire que l'iodothyrique a une influence directe sur le métabolisme. Si donc, quand la glande thyroïde, atrophiée ou atteinte par quelque dégénérescence, ne sécrète plus cette substance, il survient des troubles nutritifs, ceux-ci sont immédiats, tenant seulement au défaut dans l'organisme d'un principe qui augmente normalement l'intensité des mutations de matières dans les tissus. Et ainsi la régulation des phénomènes chimiques intra-cellulaires nous apparaît comme pouvant être d'ordre chimique direct; il existe des substances qui exagèrent, d'autres qui modèrent ces phénomènes; par l'action ménagée de ces corps en quantité à peu près équivalente doit être mécaniquement réalisé l'équilibre nutritif. L'iodothyrique est une de ces substances, la mieux connue chimiquement, bien que nous ne sachions encore rien de sa composition exacte, ni, bien entendu, de sa constitution. Mais le ferment sécrété par le pancréas et qui règle la production du sucre par le foie, mais les ferments oxydants, dont l'étude est à l'ordre du jour et fait de si remarquables progrès, ne sont-ils pas de telles substances, agissant de la même façon directe sur les éléments anatomiques? Et n'est-ce pas encore le lieu de rappeler ici² les

¹ E. GLEY : *Arch. de Physiol.*, 1892, p. 610.

² M. MIROFF : De l'influence du système nerveux sur le

ingénieuses expériences de Mironoff, d'après lesquelles une substance, issue probablement des organes génitaux, amène la sécrétion lactée au moment voulu, indépendamment de toute action du système nerveux ?

III. — FONCTION DE LA GLANDE THYROÏDE ET DES GLANDULES PARATHYROÏDES.

En même temps que se réalisait le progrès retracé plus haut, un mouvement de recul paraissait se produire d'un autre côté. La signification physiologique même de la glande thyroïde peut se trouver actuellement remise en question.

Quand j'ai commencé à m'occuper de la glande thyroïde, en 1890, cet organe passait pour simple dans l'opinion générale des anatomistes et des physiologistes. On savait bien qu'il existe quelquefois des thyroïdes accessoires, mais ce sont là de simples lobules erratiques de la glande principale, comme il en existe pour la rate ou pour les capsules surrénales, et on les entendait effectivement ainsi. La découverte que j'ai faite en 1891 du rôle des très petites glandules, que l'anatomiste suédois Sandström, dans un travail resté inconnu avant mes recherches, avait appelées *parathyroïdes*¹, donna à penser qu'il y a en réalité un *appareil* ou *système thyroïdien*.

Deux parties sont à distinguer dans cet appareil : la glande et les glandules. Celles-ci sont au nombre, non pas de deux, comme Sandström et moi l'avions cru, mais de quatre, deux par lobe, comme A. Nicolas² (de Nancy) puis Kohn (de Prague) l'ont

montré³. Or, mes expériences ont établi que les animaux (chiens et lapins) échappent aux conséquences de la thyroïdectomie, si on a le soin de ne pas enlever avec la glande les glandules externes. Celles-ci suffisent donc à remplir la fonction thyroïdienne. Si on n'enlève que ces glandules externes, il ne se produit pas non plus d'accidents.

Lorsque Nicolas et Kohn eurent découvert les glandules internes (qui sont souvent incluses dans le lobe thyroïdien correspondant, ce qui explique qu'elles aient longtemps échappé aux investigations, l'idée devait venir aux expérimentateurs d'enlever à la fois les quatre glandules. C'est ce que firent, les premiers, Vassale et Generali⁴ : les chiens et les chats opérés succombèrent en présentant tous les accidents de la thyroïdectomie. Je constatai le même fait sur les lapins, en même temps que A. Roux (de Nantes) l'observait de son côté, et je le vérifiai sur le chien⁵. Tout de suite Moussu⁶ confirma ces expériences. Il ne m'a même pas paru qu'il y eût de différence essentielle entre les phénomènes consécutifs à cette opération et ceux qui résultent de la thyroïdectomie proprement dite. Vassale et Generali ont avancé que, d'ordinaire, les phénomènes convulsifs font défaut ou sont peu marqués, les troubles paralytiques étant, au contraire, prédominants. Les observations auxquelles j'ai soumis des chiens, des chats et des lapins, et les tracés, que j'ai pris sur ces animaux, de secousses musculaires, d'accès épileptiformes, de mouvements respiratoires (dyspnée, polypnée), m'ont amené à dire⁷ qu'il serait actuellement impossible à un physiologiste connaissant pratiquement la question de distinguer un animal parathyroïdectomisé d'un animal thyroïdectomisé.

Plusieurs interprétations de ce fait se présentent naturellement à l'esprit : ou bien toute la fonction thyroïdienne revient aux glandules, et la glande ne signifie plus rien, ou bien ce sont là deux organes distincts, possédant chacun une fonction différente, ou bien enfin la glande et les glandules sont fonctionnellement associées.

On ne peut prétendre que toute la fonction thyroïdienne soit dévolue aux glandules, puisque les belles recherches de F. Hofmeister ont montré que, quand on enlève la glande seule chez les jeu-

fonctionnement des glandes mammaires (*Arch. des sc. biol.*, Saint-Petersbourg, t. III, p. 357, 1895).

¹ Il convient de rappeler que GRESWELL BABER (Researches on the minute structure of the thyroid gland (*Phil. Trans.*, vol. CLXII, p. 377, 1882)), indépendamment de Sandström, a signalé ces organes chez le chien ; mais, pas plus que celui de Sandström, ce travail n'attira l'attention. — Je n'ai pas à examiner ici l'origine et la véritable nature de ces organes. Il est clair que, si elles étaient complètement connues, le problème physiologique se trouverait du coup simplifié. Mais les embryologistes et les histologistes ne sont pas encore d'accord entre eux sur ces points. Malgré les critiques qui ont été adressées à cette conception, depuis que PREUX (sur *La Cellule*, t. X, 1893) en a montré certaines faiblesses, A. SCHAPER (*Archiv f. mikrosk. Anat.*, t. XLVI, p. 239, 1895, et E. SCHWAB (*Ibid.*, t. XLVII, 1896) n'y revenaient-ils pas encore récemment, admettant, comme Sandström, Baber et Gley dans ses premières recherches, puis beaucoup d'autres, l'ont cru, que les glandules représentent un organe non complètement différencié ? Je crois donc préférable de rester sur le terrain physiologique. — Pour les renseignements relatifs à ces importantes questions du développement et de la nature des glandules, consulter spécialement E. BOZZA (*Ziegler's Beiträge*, t. XVIII, p. 125, 1895). R. MULLER (*Ibid.*, t. XIX, p. 127, 1896) et les deux excellentes thèses de Ch. SIMON (*Thyroïde latérale et glandule thyroïdienne chez les Mammifères*, Nancy, 1896) et de P. VERDUN (*Contribut. à l'étude des glandules satellites de la thyroïde chez les Mammifères et en particulier chez l'homme*, Toulouse, 1897).

² A. NICOLAS : Glande et glandules thyroïdes parathy-

roïdes chez les Chéiroptères (*Soc. des sc. de Nancy*, t. V, mai 1893, p. 13).

³ Kohn : Studien über die Schilddrüse (*Archiv f. mikrosk. Anat.*, t. XLIV, 1895 et t. XLVIII, p. 398).

⁴ VASSALE e GENERALI : Sugli effetti dell'estirpazione delle glandole paratiroidee (*Riv. di patol. nerv. e mentale*, t. I, p. 95 et p. 249, 1896).

⁵ E. GLEY : *Soc. de Biol.*, 9 janvier 1897, p. 18. — A. ROUX, *Ibid.*, p. 17.

⁶ G. MOUSSU : *Soc. de Biol.*, 16 janvier 1897, p. 44.

⁷ E. GLEY : Sur le rôle des glandules parathyroïdes (*Bull. du Muséum d'Hist. natur.*, t. III, p. 23, 1897, n° 1).

nes animaux, il survient une cachexie profonde plus ou moins analogue au myxœdème.

L'interprétation la plus simple évidemment est alors que les accidents aigus, tels spécialement que les phénomènes convulsifs, provoqués par la thyroïdectomie totale, c'est-à-dire par l'opération que l'on avait toujours pratiquée jusque-là, dépendent de la suppression des glandules parathyroïdes, et que la glande possède une autre fonction. Quelle serait celle-ci? C'est ici que la question redevient particulièrement intéressante pour les pathologistes, Moussu ayant vu, ce qui d'ailleurs avait été déjà bien étudié par Hofmeister et ce que A. von Eiselsberg avait vu aussi à peu près en même temps que lui, que l'extirpation de la glande thyroïde seule détermine chez les très jeunes animaux l'arrêt du développement et, à la longue, la cachexie myxœdémateuse, soutient que les troubles nutritifs chroniques sont dus à cette opération; au contraire, la suppression de la fonction parathyroïdienne amène des accidents aigus, mortels à bref délai; Moussu ne donne d'ailleurs aucune explication à ce sujet, car celle qu'il a proposée tout récemment¹ est une pure tautologie. « La fonction parathyroïdienne, dit-il, est en relation directe, immédiate avec les phénomènes les plus indispensables de la nutrition des tissus. Sa suppression provoque une perturbation telle que la mort en est la conséquence ordinaire rapide; perturbation qui se traduit par des troubles nerveux, des troubles de la circulation, de la respiration, de la digestion, de la motilité, de la sensibilité, etc. » Si l'on voulait se reporter aux idées qui ont été exposées plus haut sur la physiologie de l'appareil thyroïdien, on pourrait dire que, dans le jeu de cet appareil, le rôle nutritif est dévolu à la glande, et la fonction antitoxique aux glandules. Mais, pour que cette conception prit un caractère positif, il faudrait de toute nécessité que, chez tous les animaux, adultes aussi bien que jeunes, la suppression de la glande donnât lieu à la cachexie spéciale caractéristique, en règle aussi générale que l'extirpation des glandules produit les accidents typiques et la mort. Or, jusqu'à présent, cette série primordiale d'expériences n'a pas été faite sur des animaux adultes. J'ai bien vu quelquefois, dans mes recherches de 1892, un état cachectique avec lésions cutanées s'établir lentement chez des lapins adultes à la suite de la thyroïdectomie simple². A cette époque,

j'avais interprété ces faits, comme j'interprétais ceux qui avaient été observés par F. Hofmeister, puis par A. von Eiselsberg et par Moussu, en admettant que les glandules suffisent à empêcher les accidents aigus de la thyroïdectomie, mais non pour arrêter dans tous les cas le développement lent de l'état cachectique. Il est clair que cette explication peut toujours être proposée.

Reste la troisième hypothèse : les deux parties du même appareil, glande et glandules, seraient fonctionnellement associées. J'ai commencé de soumettre cette idée à des vérifications expérimentales diverses. Une seule série d'expériences est assez complète pour que j'en puisse parler. L'importance physiologique et thérapeutique de l'iodothyroïne étant bien établie, il m'a paru intéressant de rechercher si cette substance existe dans les glandules parathyroïdes du lapin et du chien¹. J'ai trouvé que, pour un même poids, les glandules du lapin contiennent environ 20 à 25 fois plus d'iode que la glande, et les glandules du chien 6 fois plus environ que la glande du même animal. Je ferai observer que même la quantité absolue d'iode est plus considérable dans les glandules que dans la glande du lapin. Si donc la sécrétion de la glande thyroïde est caractérisée par une combinaison iodée, les glandules, produisant cette même substance, doivent avoir une fonction analogue à celle de la glande. Comment alors se fait-il que cette dernière, organe beaucoup plus volumineux et beaucoup plus différencié, au moins en apparence, que les glandules, ne puisse rien sur les accidents provoqués par la suppression de celles-ci? Faudrait-il penser que, contrairement aux données histologiques en vertu desquelles l'organe le plus différencié est celui qui doit avoir le rôle le plus important, les glandules fonctionnent beaucoup plus activement que la glande? Ou bien supposer la mise en jeu du mécanisme plus ou moins compliqué d'une véritable association fonctionnelle², les glandules préparant le produit de sécrétion qui serait ensuite entreposé en quelque sorte dans la glande, puis utilisé selon les besoins de l'organisme?

Désireux de soumettre cette dernière idée au contrôle de l'expérience, j'ai entrepris une série de dosages d'iode dans les glandules d'animaux préalablement privés, depuis des temps variables, de

dans les cas d'autopsie de myxœdémateux, ce que sont devenues les glandules parathyroïdes.

¹ E. Gley : Présence de l'iode dans les glandules parathyroïdes. *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 2 août 1897.

² Les observations de G. Vassale et F. Generali. *Soc. medico-chirurgica di Modena*, 25 juin 1897; analysé in *Riforma medica*, 8 juillet 1897 sur la disparition de la substance colloïde dans les vaisseaux lymphatiques de la thyroïde des chiens auxquels on a enlevé les glandules, ne seraient-elles pas favorables à cette manière de voir?

¹ G. Moussu : Recherches sur les fonctions thyroïdienne et parathyroïdienne (*Thèse de la Faculté de Médecine*, Paris, 1897, p. 71). — Ce travail, qui contient des protocoles d'expériences intéressants, présente malheureusement aussi des assertions sans preuves, des contradictions flagrantes, avec des travaux antérieurs du même auteur et des inexactitudes historiques.

² A ce point de vue, il serait très important de rechercher,

leur glande; et j'ai trouvé dans ces glandules une quantité d'iode presque égale ou égale à celle contenue dans l'appareil thyroïdien tout entier d'animaux témoins. Inversement, je me suis demandé quelle serait la teneur en iode de lobes thyroïdiens, dont les glandules correspondantes auraient été enlevées depuis un certain temps; mais ces autres recherches sont encore en voie d'exécution.

En définitive, la question du rapport entre les deux parties de l'appareil thyroïdien n'est pas résolue. Elle ne le sera complètement, étant donné l'indétermination dans laquelle on est encore sur l'origine et la nature des glandules, que par les efforts synergiques des embryologistes, des histologistes et des physiologistes.

Dès maintenant cependant, du fait positivement établi depuis mes expériences de 1892-1893, à savoir le rôle physiologique des glandules parathyroïdes, résulte une donnée intéressante au point de vue pathologique et que j'avais déjà signalée dès cette époque. Les cas nombreux d'extirpation, en apparence complète, de la glande thyroïde, dans un but chirurgical, qui n'ont été suivis d'aucun accident d'aucune sorte, sont des plus faciles à expliquer: il est certain *a priori* que dans ces cas les glandules parathyroïdes n'avaient pas été enlevées.

IV. — RÉSUMÉ.

Il est aisé de résumer les principales phases par lesquelles a passé cette question du myxœdème: description et différenciation de la maladie, de 1873 à 1882; détermination de sa relation causale avec la perte de la fonction thyroïdienne, de 1883 à 1892; possibilité d'explication des principaux symptômes, grâce aux découvertes faites de 1892 à 1896. Dans toutes, sauf la première qui est purement clinique, les questions physiologiques dominent tout le problème pathologique, en dirigeant l'étude et en fournissant la solution. Actuellement, une évolution importante dans nos connaissances sur la physiologie de la glande thyroïde s'est produite: on est ramené à se demander, en présence des résultats de l'extirpation

de toutes les glandules parathyroïdes, quelle est la fonction propre de la glande.

Si on laisse de côté cette question, qui recevra sans doute prochainement sa solution, on pourra remarquer que l'évolution de nos connaissances sur la pathogénie du myxœdème est assez comparable à celle de nos idées sur le diabète pancréatique¹. Dans les deux cas, un problème clinique s'était trouvé posé; une brillante découverte physiologique le résout; mais on s'aperçoit que la détermination d'un rapport de cause à effet, tout importante qu'elle est, ne rend pas compte de la nature et du développement d'un syndrome. Il faut alors recourir à l'analyse expérimentale la plus minutieuse et la plus précise. Qui considère présentement la question du diabète pancréatique comme éclaircie en tous ses points? Et combien, pourtant, elle est plus aisée à étudier que celle du myxœdème! Il s'agit, en effet, de variations quantitatives d'une substance connue depuis longtemps, facile à doser et dont la formation ne peut être due qu'à un petit nombre de processus concevables sans trop de peine. Dans le second cas, presque tout est mystérieux: le produit toxique, si produit toxique il y a, son origine, son mode d'action. Il est donc manifeste que, dans ces études, le problème difficile, mais essentiel, consiste dans l'exacte détermination du mécanisme des troubles constitutifs de la maladie. Ce qui ne peut se faire que si l'on a déjà pénétré le mécanisme normal de la fonction. Dans de telles recherches se réalise merveilleusement l'accord de la Pathologie et de la Physiologie. C'est que « pour le savant, comme l'a dit Claude Bernard, il n'y a ni Médecine ni Physiologie distinctes, il n'y a qu'une science de la vie, il n'y a que des phénomènes de la vie qu'il s'agit d'expliquer aussi bien à l'état pathologique qu'à l'état physiologique² ».

E. Gley.

Professeur agrégé de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Paris.
Assistant au Muséum.

¹ Voy. E. GLEY: Les découvertes récentes sur la physiologie du pancréas. *Rev. gén. des Sc.*, 30 juillet 1891, p. 469.

² CLAUDE BERNARD: Introduction à l'étude de la Médecine expérimentale. Paris, 1865, p. 257.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS

DE LA CULTURE DE LA POMME DE TERRE EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

PREMIÈRE PARTIE : ÉVOLUTION GÉNÉRALE DE LA CULTURE

Peu d'études offrent plus d'intérêt que celle des cultures d'alimentation. Leur présence ou leur possibilité en un pays, leur localisation sur la terre sont toujours des effets des lois physiques et naturelles, du sol et du climat. En même temps, leur extension et leur perfectionnement, leurs rapports avec le groupement des existences animales et humaines traduisent les relations de la terre et de l'homme. Ce fait est depuis longtemps reconnu pour certaines céréales, le froment, le riz ; mais d'autres plantes cultivées sont en passe de s'élever presque à l'importance de celles-là. Sans parler de la betterave, du tabac et de quelques végétaux textiles et oléagineux, la pomme de terre prend une place de plus en plus notable au point de vue de la grande agriculture, de l'élevage, de l'industrie et de la démographie. De belles pages ont été récemment consacrées à ce tubercule par les savants les plus autorisés de France, d'Allemagne et des États-Unis¹. Et les géographes se sont depuis longtemps aussi occupés de la pomme de terre, pour établir une fois de plus à son propos ces liens entre les phénomènes naturels et sociaux, qui sont l'objet même de leur science. Supan, dans son « Oesterreich-Ungarn », Ratzel, dans son « Nord-Amerika », avaient fourni des indications permettant de rattacher en gros la répartition de ce tubercule dans ces contrées à leurs conditions de sol, de climat et de peuplement. Dans le volume de Siewers sur l'Europe figure une carte de la localisation de la pomme de terre en Allemagne. Ce sont ces exemples que je voudrais suivre aujourd'hui.

I. — ORIGINE ET RÉPARTITION ACTUELLE DE LA POMME DE TERRE.

Il est probable que la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) est originaire des pays andins de l'Amérique du Sud, où on la trouve partout à l'état sauvage. On l'a aussi rencontrée à cet état dans la plaine atlantique de l'Amérique du Nord, mais elle

y fut peut-être importée du Sud. Le fait capital est, en tous cas, que cette plante habite, dans la condition de nature, des contrées tempérées ; on n'a jamais constaté sa présence dans les régions tropicales du Nouveau-Monde, et c'est dans la partie tempérée des Andes, au Chili, que Darwin a découvert les variétés se rapprochant le plus des espèces européennes de maintenant. Les premiers lieux d'acclimatation ont de même été les terres à climat moyen de l'Europe, et tout d'abord l'Espagne, l'Angleterre, l'Italie, d'où la culture s'est propagée pendant le xvi^e siècle en France, en Suisse, en Belgique, en Hollande et en Allemagne : sur ce dernier sol se donnèrent rendez-vous les semences venues de tout le voisinage, et ce devait être de nos jours le domaine d'élection de la pomme de terre. Le xviii^e siècle vit l'introduction du tubercule en Autriche, en Russie et dans les Pays scandinaves ; mais cette époque fut principalement signalée par une révolution dans la culture, qui cessa presque partout de se faire exclusivement en jardin, pour se pratiquer désormais, même hors des pays pauvres, en vue de la grande alimentation. Les noms de Frédéric II en Prusse, et de Parmentier chez nous, marquent ce changement². Depuis, cette plante a reçu des destinations autres que l'alimentation humaine ou animale, et elle a achevé d'occuper son aire d'expansion. Elle a été introduite : par les Anglais en Afrique australe, en Australie et en Nouvelle-Zélande ; par les Français, en Algérie-Tunisie et au Tonkin ; par les Russes, dans le Turkestan, dans le midi de la Sibérie, au Japon et en Chine ; elle s'est répandue de l'est des États-Unis au centre et à l'ouest, et au Canada. Sa répartition actuelle doit être expliquée et précisée par les raisons qui tiennent à ce végétal et par les causes géographiques générales.

La pomme de terre cultivée ne se ressemble pas partout. Des sélections naturelles se sont opérées, des améliorations ont été produites en vue de destinations particulières, qui font que les diverses races, potagères, fourragères et industrielles, diffèrent sensiblement les unes des autres, sinon comme anatomie, du moins comme exigences et comme rendement. Toutefois, la plante offre cer-

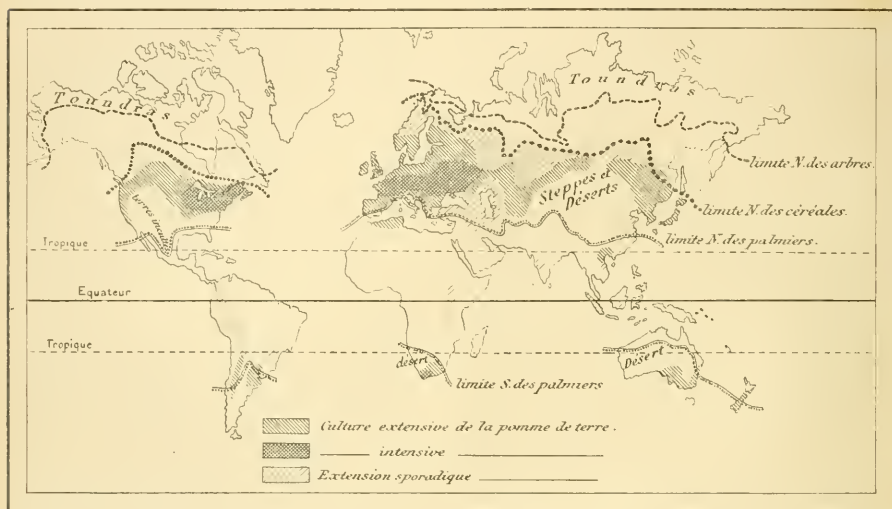
¹ Voyez, pour ne pas sortir de chez nous : — P.-P. DEBÉRIN : *Revue des Deux Mondes*, sept. 1895. — GRANDJEAN : *Études agronomiques*, 5^e série 1890. — AIMÉ GIRARD : *Recherches sur la culture des pommes de terre fourragères et industrielles*, 2^e édit., 1891. — AIMÉ GIRARD, CORNEVIN : *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, 1894.

² PARMENTIER : *Cultures et usages de la pomme de terre*, 2^e édit., 1793.

ains caractères naturels généraux, qui peuvent rendre compte en partie de sa distribution géographique. C'est à l'état cultivé une plante annuelle, qui accomplit toute sa végétation du printemps à l'automne, à laquelle, par conséquent, les hivers, exceptionnellement longs et froids, comme ceux de Russie et du Canada, sont indifférents. De plus, durant la période de croissance et de maturation, elle ne redoute guère, au point de vue du climat, que des chaleurs ou une humidité excessives, encore que ces anomalies n'aient souvent d'autre effet que de modifier son volume et son poids. Pour le sol, les terres légères et amendées donnent les meilleurs produits, mais il suffit que l'humus

quances très délicates qu'entraînent les différences d'altitude, d'exposition, de météorologie locale, de terroir; sans parler de la concurrence d'autres cultures alimentaires plus vieilles ou mieux appropriées, de l'état de la science agricole, des habitudes et préjugés, toutes causes qui influent sur l'utilisation et par suite la répartition d'une plante. Il serait donc prématuré de dresser une carte détaillée de la répartition de la pomme de terre dans le monde, mais on peut déjà donner quelques indications (fig. 1).

Dans l'hémisphère nord, elle s'étend vers le pôle autant que les céréales les plus boréales, l'avoine et l'orge. Or, cette limite des céréales n'est, pas plus



E. Michiels del.

Fig. 1. — Répartition actuelle de la culture de la pomme de terre dans le monde.

soit assez perméable. Si l'on ajoute que les frais de culture peuvent être peu considérables, on voit pourquoi la pomme de terre s'accommode bien en général de toutes les régions tempérées, auxquelles la destinait d'ailleurs son origine. Mais point n'est aisé de délimiter exactement son domaine actuel dans l'un et l'autre hémisphère. Des acclimatations ont déjà eu lieu, et autrement que comme curiosité botanique, dans certaines contrées physiquement les moins défavorables des zones tropicales et de la zone équatoriale même, aux Antilles, à la Réunion, dans le Mexique, l'Inde, la Malaisie, le plateau des grands lacs d'Afrique. Surtout, il est encore plus difficile de préciser pour un végétal donné que sous le rapport du climat en général, où sont bornées les régions tempérées : il est impossible, en effet, de tenir un compte exact des consé-

que celle des arbres, mathématique ni même fixe. Non seulement elle oscille selon la longitude entre 65° et 70° N., et s'incurve beaucoup vers le sud en approchant des centres de froid du Canada et de Sibérie, mais elle varie en chaque point presque d'année en année, selon les anomalies de température qui y exagèrent l'humidité, la sécheresse ou les extrêmes de froid et de chaud. La limite en altitude de 1.000 mètres que l'on donne en général pour notre hémisphère, n'est pas davantage absolue : ce chiffre, qui est aussi celui de l'orge et de quelques variétés d'avoine, se trouve évidemment trop élevé pour la Scandinavie et l'Ouest canadien, et trop faible pour l'Europe occidentale et méridionale; et les effets de l'altitude sur la distribution d'un végétal se combinent d'ailleurs toujours avec ceux des conditions très variables d'exposition et

d'éloignement de la mer, sans compter l'action de l'industrie humaine. Comme frontière méridionale dans l'hémisphère septentrional, Grisebach indique 30° N., terme encore beaucoup trop rigide. Du côté du tropique, en effet, la culture de la pomme de terre diminue ou cesse, pour le moment du moins, dès qu'un climat ou une nature de sol spéciaux permettent, soit des plantations originales, comme celles des pays méditerranéens, soit de grandes cultures alimentaires, comme le froment et les légumes en Egypte, le froment et le riz dans l'Inde, le maïs et le riz aux Etats-Unis, ou bien des racines vivales, patate, arrow-root, igname, manioc. En outre, il est impossible de dire jusqu'à quel point la récolte de la pomme de terre en primeur, au Magreb par exemple, se distingue de la culture exceptionnelle de ce tubercule dans la zone tropicale. La zone tempérée australe ne comporte que quelques localisations certaines, au Chili et en Argentine, dans l'Afrique australe, l'Australie et la Nouvelle-Zélande: en présence du mélange très grand des climats, et faute de renseignements précis, la délimitation est ici encore plus ardue à opérer.

On doit donc se borner à déclarer que la pomme de terre s'est établie à des altitudes très variables dans toutes les régions: ni trop chaudes en été, ni trop humides, ni trop sèches, ni de sol trop pauvre, qui sont situées entre les domaines de la *toundra* ou forêt polaire et des plantes tropicales et équatoriales. Il n'y a pas de formule générale plus explicite pour cette culture qui s'installe encore, et qui se trouve d'ailleurs, surtout dans les centres principaux, dépendre de trop de circonstances naturelles et humaines, pour présenter la moindre uniformité. Toutefois, quelques lois locales semblent se dégager d'une revue rapide des grandes contrées productrices.

II. — PRINCIPAUX CENTRES DE PRODUCTION DE LA POMME DE TERRE.

§ 1. — Etats-Unis.

Aux Etats-Unis, les conditions de sol et de climat sont très favorables, sauf au Far-West et dans le sud, mais la pomme de terre rencontre la rivalité puissante d'autres cultures. L'Union produit, en effet, le froment, le maïs, le riz et les plantes fourragères, non seulement en suffisance pour la nourriture des animaux et d'une population assez peu dense en dehors de certaines régions, mais dans des proportions d'excédent telles que quelques-unes de ces denrées figurent parmi les premiers articles d'exportation. La République importe, en outre, des racines féculentes des pays tropicaux et elle possède elle-même, dans le sud-est, des terres

où ces racines ont pu s'acclimater facilement; quelques-unes, comme la patate, se sont propagées assez loin vers le nord. Pourtant, la concentration excessive des habitants dans quelques cantons, le bon marché relatif de la pomme de terre, et les excellents résultats que procure pour l'engrais des pores son mélange avec le maïs, ont doublé son étendue de 1870 à 1890: les 1.100.000 hectares qu'elle occupait rendaient en 1895 près de 85 millions d'hectolitres. Il ne faut pas négliger, pour expliquer cette situation, les effets favorables de l'émigration irlandaise, qui a atteint depuis 1815 le total de 3.000.000 d'individus: les Irlandais sont parmi les peuples qui modifient le moins leurs habitudes de vie en changeant de ciel, et ils ont donné la pomme de terre (*irish potato*) à plusieurs États de l'Union. Les centres de culture sont les parties les plus anciennement peuplées du nord-est, où la population est devenue très dense, celles du centre-nord, dans lesquelles la colonisation se fait aujourd'hui le plus rapidement, enfin, sur le Pacifique, la Californie septentrionale et les cantons montagneux d'Oregon et Washington. L'utilisation industrielle du tubercule est encore faible, les féculs se trouvant fournies en abondance par les céréales, et l'alcool provenant surtout de l'importation: la pomme de terre n'est guère aux Etats-Unis qu'une denrée d'élevage et de consommation.

§ 2. — Irlande.

En Irlande, la pomme de terre ne sera bientôt plus, au moins dans quelques comtés, un produit alimentaire essentiel. En cinq ans, la surface cultivée a diminué de 50.000 hectares, et elle n'en tenait plus, en 1896, que 300.000 environ. Une des causes de cette restriction est la disparition partielle de la misère des paysans à la suite des lois agraires. L'émigration irlandaise, qui s'accomplit sans soubresauts, et qui atteint encore chaque année le chiffre de 65.000 âmes, empêche de se reformer, même dans les petites tenures, une aussi forte concentration d'habitants qu'au commencement de ce siècle. Les disettes sont moins fréquentes et n'entraînent plus, grâce à la facilité des transports, des désastres comme ceux de 1846. Enfin, l'Irlande est une contrée dans laquelle un perfectionnement réel de l'agriculture a nui pour un temps à la pomme de terre: les prairies s'y améliorent, s'y étendent beaucoup, et l'élevage y prend une grande place; de plus, certaines cultures d'alimentation, pratiquées rationnellement, y font de grands progrès, cultures intensives de légumes, comme le navet, ou de céréales, comme l'avoine, qui couvre maintenant 500.000 hectares. En attendant donc qu'on lui applique des procédés et qu'on lui donne

des emplois scientifiques, la pomme de terre reflue vers les paroisses les plus pauvres de l'Ulster et du centre; et le fait le plus caractéristique de cet état est la décroissance très notable du nombre total

litres (*Bulletin du Ministère de l'Agriculture*). Elle n'y est inférieure comme superficie qu'au froment et à l'avoine, et sa production cubique dépasse celle même du froment; c'est donc en France une plante



Fig. 2. — Répartition superficielle de la pomme de terre en France par départements (d'après le Bulletin du Ministère de l'Agriculture).

des pores, pendant que celui des bêtes à cornes augmente beaucoup.

§ 3. — France.

Chez nous, la pomme de terre est cultivée sur plus de 1.500.000 hectares, et rend 130 millions d'hecto-

de première importance, qui, de plus, semble gagner régulièrement, pendant que d'autres demeurent à peu près stationnaires ou perdent; sa répartition géographique offre un grand intérêt. Il ne faut pas croire que ce tubercule soit dans notre pays un des végétaux alimentaires distinctifs,

comme le sarrasin, des départements de terroir pauvre, de climat rude, de population peu dense, besogneuse et inexpérimentée, en lesquels la concurrence de cultures plus riches est impossible.

des climats locaux très variés, comme le Puy-de-Dôme, soit des sols assez riches et peuplés, à côté de territoires déshérités; et d'autres départements de relief moyen ou de plaine, dont les conditions



Fig. 3. — Rendement moyen de la pomme de terre à l'hectare en France d'après le Bulletin du Ministère de l'Agriculture. Les rendements ont été calculés sur plusieurs années pour éliminer autant que possible les accidents survenus aux récoltes.

Sans doute (fig. 2) beaucoup de régions de montagne en ont des étendues considérables : l'Ardèche, 40,000 hectares; le Puy-de-Dôme, 39,000; les Vosges, l'Isère, l'Ariège, le Jura et l'Ain, de 25,000 à 35,000. Mais ces départements possèdent, soit

générales sont beaucoup plus favorables, consacrant à la pomme de terre des espaces souvent bien plus grands : la Dordogne et la Saône-et-Loire, 50,000 hectares; la Charente-Inferieure, 45,000; la Sarthe, 42,000; la Charente, l'Allier, le

Maine-et-Loire, les départements bretons du nord, 30.000 à 33.000; le Nord, le Pas-de-Calais, la Seine-et-Oise, 30.000.

La supériorité d'autres semences est, en outre, dans ces deux catégories de contrées, quelquefois écrasante : l'Ardèche, le Puy-de-Dôme, les Vosges et l'Isère donnent de 50.000 à 100.000 hectares au froment, la Dordogne et la Saône-et-Loire 150.000, la Charente-Inférieure 242.000; dans l'Allier, le

très nets : dans les provinces de grand élevage par fourrages, comme la Normandie et la Haute-Auvergne, ou de culture intensive du froment, comme l'Orléanais et l'Île-de-France; dans les pays exceptionnellement pauvres (Hautes-Alpes, Lozère, etc.), ou dans lesquels des conditions météorologiques spéciales permettent les cultures méditerranéennes.

La vraie distribution à considérer est celle des



E. Machat del.

Fig. 1. — Répartition superficielle de la pomme de terre en Allemagne (d'après Sievers).

froment couvre 110.000 hectares, et à côté sont les étendues relativement des plus vastes en fourrages artificiels (64.000 hectares). Enfin, certains départements, comme ceux du Limousin, où le seigle, le sarrasin, l'avoine rendent notablement, et où les pâturages sont nombreux, cultivent la pomme de terre dans de moins fortes proportions, mais de façon uniforme, quel que soit le terroir, et comme indispensable appoint alimentaire. La localisation de ce tubercule en France tient donc à des causes physiques et économiques très complexes. Il n'est exclu presque d'aucun endroit, et ne se trouve en état de sensible infériorité que dans quelques cas

genres de production, extensif ou intensif (fig. 3). Dans les lieux où la pomme de terre est récoltée presque exclusivement en primeur (Seine et Var, par exemple), et dans ceux où elle a déjà reçu un traitement scientifique en vue de l'élevage et de l'industrie (Vosges, Nord, Pas-de-Calais, Oise), le produit à l'hectare est fort; encore existe-t-il quantités d'intermédiaires entre ces cas et celui où on la cultive grossièrement sur de grandes surfaces, comme appoint pour l'alimentation humaine et animale (Puy-de-Dôme, Dordogne, Charentes; le Morbihan, l'Ardèche, en particulier, se trouvent dans une situation spéciale, dont les causes sont multiples.

§ 4. — Allemagne et Autriche-Hongrie.

Les principaux centres dans le monde sont l'Allemagne et l'Autriche-Hongrie : la pomme de terre y couvre une surface totale de plus de 4 millions d'hectares, qui donnent environ 450 millions d'hectolitres de tubercules. Mais la localisation est loin d'y offrir partout le même aspect. Pour l'Allemagne, qui se reporte à la carte citée de Siewers (fig. 4) voit que la culture de la pomme de terre n'y est guère réglée d'une façon plus précise que chez nous par des conditions déterminées, physiques et économiques. Elle est exclue des régions les plus élevées, et des pays du centre et du nord-ouest de la plaine, dits « Marchen », dans lesquels le sol marécageux n'est favorable qu'aux prairies et à l'élevage. Mais les sables du Brandebourg et les terroirs marneux de l'Allemagne du Sud ou des provinces rhénanes, fort différents, d'ailleurs, comme climat, comme groupement et besoins de la population, comme état de la science agricole, ont à la fois de grands rendements à l'hectare et des étendues de pommes de terre souvent plus considérables que sur les montagnes pauvres. Il est évident enfin que, même dans les contrées de l'Allemagne où il est le plus cultivé, ce tubercule ne joue pas le même rôle au point de vue de la vie humaine, puisqu'il est tantôt un élément essentiel de l'alimentation, comme dans certaines parties de la Silésie, tantôt comme en Saxe, un produit multiplié et transformé scientifiquement en vue de l'industrie, et que sa culture passe, par conséquent, de la forme extensive à la forme intensive, sans qu'il soit possible d'évaluer au juste les actions de la nature et de l'homme pour un point donné.

En Autriche-Hongrie, au contraire, où la civilisation est en général moins avancée, et les effets du sol et du climat plus nets sur le groupement et les moyens d'existence de la population, il semble que la pomme de terre soit liée à des conditions physiques médiocres, et limitée en même temps par la concurrence écrasante d'autres semences. Dans les provinces alpines, la Haute-Autriche, la Galicie et la Buckowine, où elle est une des rares plantes comestibles permises par le terroir et la température à une population parfois très pressée, son rendement à l'hectare dépasse beaucoup celui même de l'orge, de l'avoine et du seigle (7 contre 1). Ailleurs, comme dans le Tatra, des expositions contraires engendrent de vifs contrastes : au nord, on récolte, avec un peu d'avoine et d'orge, 10.700.000 hectolitres de pommes de terre, et, au sud, une surface égale n'en fournit que 3.000.000, car déjà apparaissent le froment et le maïs. En Transylvanie, enfin, dans la plaine hongroise et les pays slaves du Sud, où les populations sont moins

agglomérées, et où l'humus de la steppe permet les cultures riches sur de grands espaces, le même phénomène a lieu qu'au sud des États-Unis : la pomme de terre disparaît devant le froment et le maïs.

§ 5. — Autres pays.

Si l'on pouvait envisager les autres contrées, on trouverait qu'elles entrent toutes plus ou moins dans deux catégories. En Russie, comme en Autriche-Hongrie, aux États-Unis ou en Irlande, tous pays moins transformés par l'homme, la culture de la pomme de terre apparaîtrait principalement comme extensive et unie à des conditions souvent médiocres de sol, de climat, d'agriculture et de peuplement. Au contraire, en Angleterre, en Belgique, où la superficie vient de doubler en deux ans, dans les districts maraîchers de Hollande, on ne constaterait pas un départ bien plus net qu'en France ou en Allemagne entre la forme naturelle extensive, expliquée par l'infériorité des circonstances physiques et économiques, et celle intensive, ou de la transformation raisonnée par l'activité humaine ; au moins percevrait-on dans ces derniers cas le passage actuel de l'une à l'autre forme, qu'il reste à étudier, et qui semble avoir lieu par ces effets bien connus d'attraction et d'amélioration, qu'exercent sur les autres les végétaux installés de longue date et exploités scientifiquement dans les centres peuplés et civilisés, si certaines conditions indispensables de sol et de climat se trouvent réalisées¹.

III. — CONDITIONS DE CULTURE ET USAGES
DE LA POMME DE TERRE.

Les caractéristiques de la culture intensive sont un grand rendement en poids à l'hectare et une forte teneur en fécule ; et la question est de savoir comment s'obtiennent ces résultats pour la pomme de terre. Certaines races se prêtent-elles mieux que d'autres, sur certains terrains, à l'amélioration en ce double sens, et existe-t-il de ce fait une localisation des variétés comestibles, fourragères et industrielles expliquée à la fois par la nature et par l'industrie humaine, — ou bien de simples procédés généraux permettant de transformer suffisamment une variété quelconque en un point de conditions quelconques, mettent-ils la culture de la pomme de terre dans la main de l'homme ? C'est en réalité, comme l'a prouvé M. Aimé Girard, la seconde alternative qui se réalise : en France, où

¹ Voici, en chiffres ronds, les rendements pour l'Europe, d'après les dernières statistiques : Allemagne, 300 millions d'hectolitres ; Russie, 200 ; Autriche-Hongrie, 140 ; France, 130 ; Royaume-Uni, 80 ; Belgique, 40 ; Hollande, 30 ; Espagne, 16 ; Italie, 6 ; Portugal, 3.

le rendement moyen à l'hectare n'était, vers 1890, que de 7.000 kilos environ, et la proportion moyenne de fécule que de 14% en poids, les mêmes tubercules ont pu rendre, dans les départements très divers où on leur a appliqué la méthode scientifique, 15.000 kilos et plus, comme en Alle-

magne, avec 17% de fécule. En outre, ce savant a démontré par les expériences qu'il dirigées à la Faisanderie de Joinville-le-Pont et à Clichy-sous-Bois, comme par celles instituées sur ses conseils dans des régions de France différentes à tous les points de vue, que les races de toute origine peuvent, avec des soins, approcher presque partout les produits exceptionnels qu'elles atteignent dans les régions où elles sont cultivées de tradition en vue d'un emploi défini : ainsi les plants allemands, français, anglais, américains

des grandes variétés fourragères et industrielles ont donné couramment plus de 30.000 kilos; et la *Richler's imperator*, en particulier, qui contient le plus de fécule, et dont les magnifiques récoltes passaient pour être le privilège de la Saxe, a dépassé chez nous les rendements de 40.000 kilos, qu'elle fournit en Allemagne. Ces derniers résultats sont rares, mais le fait capital est qu'on peut y tendre par des procédés d'une

application facile en général : que le sol soit assez riche ou convenablement amendé, que des accidents météorologiques ne viennent point gêner la croissance, ni la maturation, et il suffit que la fumure soit appropriée, le labour profond, le temps du semis bien choisi, les plants régulièrement

espacés et empruntés aux tubercules ayant déjà donné un fort rendement.

Ces précautions légèrement variables selon les lieux, rendent la culture intensive plus ou moins praticable partout; et la répartition comme l'utilisation future de la pomme de terre sont ainsi beaucoup plus le fait de l'homme que celles de tels autres végétaux alimentaires, comme le froment et le riz.

La pomme de terre a d'abord été utilisée pour l'alimentation humaine, et cet emploi, resté l'essentiel dans beaucoup de contrées, est encore très important par-

tout, sans qu'il soit possible de dire en quelles proportions. De bonne heure aussi, on s'en est servi pour engraisser les porcs, qui en sont encore nourris presque exclusivement, à de certaines saisons, en Irlande et dans quelques départements français du Limousin et de la Bretagne. Mais il ne serait pas légitime d'établir un lien entre la distribution de ces animaux et celle de la pomme

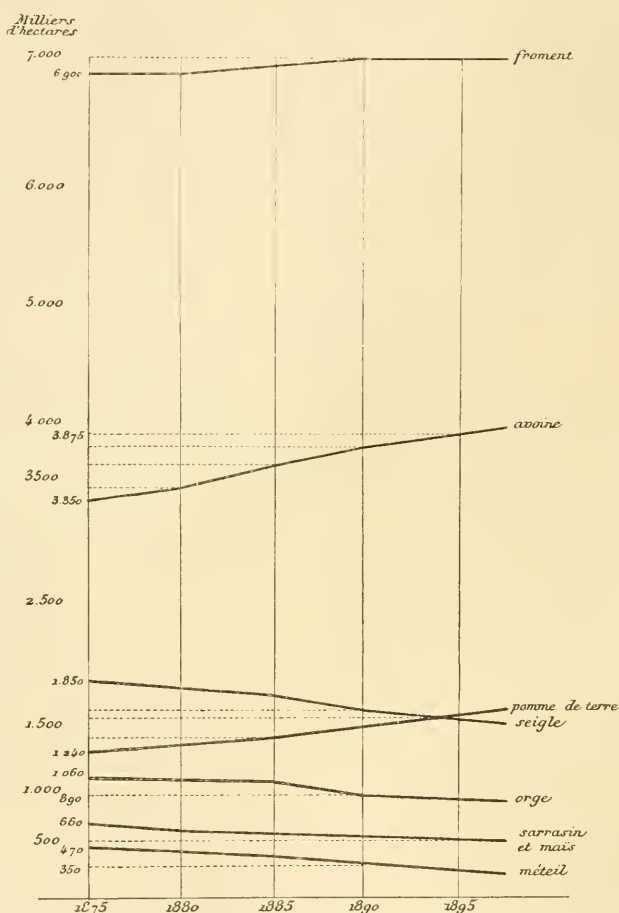


Fig. 5. — Comparaison des surfaces occupées par les céréales et la pomme de terre en France depuis 1875 (d'après le Bulletin du Ministère de l'Agriculture).

de terre ; l'Allemagne et la Russie, qui ont beaucoup de pores, sont les deux premiers pays producteurs de pommes de terre ; mais l'Autriche-Hongrie, où ils sont plus de 8.000.000, cultive en grand le maïs pour leur nourriture, tout comme les États-Unis. Pour les bêtes à cornes et les moutons, on avait toujours préféré les fourrages artificiels, des racines comme la betterave, des grains ou les drèches du sucre et des huiles, quand des essais faits en Bourgogne, en Lyonnais et dans la Somme démontrèrent que le mélange de la pomme de terre avec le foin vert ou sec donne, surtout pour l'espèce bovine, un accroissement de poids considérable ; mais on s'en tenait encore surtout aux racines, qui convraient encore chez nous, en 1892, 13.500.000 hectares. On commença alors à la Faisanderie des expériences sur l'engrais des bœufs et moutons à l'aide de la pomme de terre, et l'on constata que les tubercules cuits, coupés et mêlés au fourrage donnent souvent un poids de viande plus fort que toute autre denrée. Pour les vaches laitières, la pomme de terre crue, prise avec le foin salé, augmente beaucoup le produit du lait. Depuis, des tentatives analogues ont eu lieu à l'étranger ; elles ont réussi, et si l'on songe que, sur les surfaces sans cesse croissantes qu'occupe ce végétal en Europe, il peut donner, même en terrain médiocre, des rendements doubles, on voit que sa culture scientifique en vue de l'élevage révolutionnera peut-être cette branche de l'agriculture, tout au moins y apportera des changements qui modifieront les rapports de la terre et de l'homme (fig. 5).

Mais, c'est au point de vue de l'utilisation industrielle qu'un brillant avenir s'est déjà ouvert pour la pomme de terre, surtout en Allemagne, par le traitement des matières amylacées qu'elle contient. L'Allemagne est le pays par excellence de la culture raisonnée pour beaucoup de plantes ; on sait, notamment, qu'elle est devenue sans rivale dans l'exploitation de la betterave sucrière, et qu'elle le dispute presque aux États-Unis comme production du tabac. Dans plusieurs régions allemandes, fort différentes d'ailleurs de sol, de climat et de peuplement, existent des traditions et des installations scientifiques dont le bénéfice s'est communiqué de ces végétaux à d'autres. La pomme de terre y a été l'objet, après eux, d'études approfondies, qu'a encouragées tout un système de primes, d'expositions spéciales, et qui ont amené la publication de livres de première valeur, puis la confection d'un outillage particulier pour la culture et pour le traitement industriel du tubercule : aujourd'hui les variétés allemandes sont universellement renommées comme rendement et teneur en fécule. Or, si l'on met à part les matières directement tirées du tubercule, fécule, etc., 40.000.000 environ

d'hectolitres de pommes de terre, traités à part, donnent 3.000.000 d'hectolitres d'alcool, c'est-à-dire les trois quarts des alcools allemands, et les drèches produisent de très bons résultats pour l'engrais du bétail (fig. 6). La Prusse, la Silésie, la Saxe, les pays rhénans, sont les centres de fabrication, et dans ces États certains paysages se distinguent par leurs immenses champs de pommes de terre, au milieu desquels se dressent les cheminées des brùleries. L'Autriche suit l'Allemagne de loin, la distillation n'y donne encore, en Galicie et Bohême surtout, que 35.000 à 40.000 hectolitres d'alcool.

En France, on n'a guère songé jusqu'à ces derniers temps à tirer de la pomme de terre, même où elle est cultivée scientifiquement, que de la fécule. Nos alcools proviennent du traitement des grains étrangers, surtout du maïs américain, dont il arrive plus de 2 millions 500.000 quintaux chaque année par le seul port de Bordeaux ; ou bien ils sont fournis par les résidus des raffineries et, en

petite partie, par ceux des pressoirs à vin et par les fruits. La production totale obtenue

de ces différents chefs est de 2.000.000 d'hectolitres ; à côté, la pomme de terre ne donnait, en 1895, dans la Meurthe-et-Moselle, la Meuse, l'Ardèche, l'Oise, le Puy-de-Dôme et la Vienne, que de 10.000 à 15.000 hectolitres d'alcool. Il est à désirer que, pour nous affranchir de l'achat de maïs aux États-Unis, nous suivions l'exemple de l'Allemagne ; et les expériences de M. Aimé Girard ont établi que nous le pouvons. Ces dernières années, les tubercules récoltés dans les Vosges ont suffi à la consommation et à l'élevage, et pu, en outre, fournir sans importation aux demandes de fécule de toutes les usines de la région.

Ce passage, facile et déjà réalisé dans quelques centres producteurs, de la culture extensive à la culture intensive en vue d'une utilisation complexe, empêchera que la pomme de terre ne donne lieu à des courants réguliers de commerce. Des habitudes de trafic pour la consommation humaine s'étaient

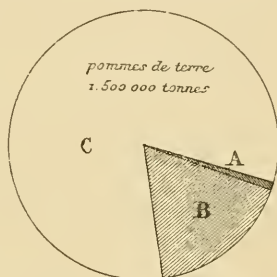


Fig. 6. — Comparaison des diverses matières traitées en Allemagne pour la fabrication de l'alcool (1895). — A, substances autres que les farineux : mélasses, fruits, résidus de vinification (10.000 tonnes) ; B, substances farineuses agricoles autres que la pomme de terre (370.000 tonnes) ; C, pomme de terre (1.500.000 tonnes).

établies en Europe; mais elles se sont restreintes ou ont complètement cessé, dès que s'est affirmée l'importance de ce tubercule. L'exemple de la France, qui était devenue un pays d'exportation, met ce fait en évidence : nous ne vendons plus à la Grande-Bretagne que 30.000.000 de kilos de pommes de terre contre 75.000.000 en 1890, et, depuis cette date, nos expéditions se sont réduites, malgré les progrès de la culture, de 66.000.000 de kilos à 10.000.000 du côté de la Belgique, de 13.000.000 à 5.000.000 vers la Suisse. Une telle baisse ne saurait s'expliquer par la seule tendance générale à la restriction des échanges qui a signalé la dernière période. Seuls peut-être les produits manufacturés dérivés de la pomme de terre semblent avoir meilleur sort, et les alcools allemands jouissent particulièrement, en l'absence de toute concurrence, d'une situation privilégiée : la Hollande, la Suisse, l'Italie les achètent en quantité, et ils vont, par milliers de bouteilles, abâtardir les nègres d'Afrique.

Destinée par son origine et ses caractères physiques aux zones tempérées, mais installée surtout dans notre hémisphère, en des régions civilisées, la pomme de terre subit en somme, de ce fait, une transformation radicale. Jusqu'au milieu du siècle, elle fut exploitée dans la forme extensive, soit qu'elle occupât de grandes surfaces de pays pauvres,

à la population peu dense, et où elle comptait, à défaut d'autres denrées, parmi les aliments essentiels, soit qu'elle servit uniformément d'appoint, dans des contrées plus riches, à la nourriture animale et humaine. Ce premier genre de culture était presque exclusivement naturel, comme est resté celui de la plupart des céréales dont le produit, et par suite l'importance anthropologique, dépendent en grande partie des conditions physiques. Mais depuis, la pomme de terre a été mise dans la main de l'homme, tout comme la betterave, le tabac, le lin, le chanvre et beaucoup de plantes oléagineuses : en Europe, et spécialement en Allemagne, elle est, sur des terrains de caractères physiques et économiques très divers, cultivée rationnellement pour des destinations complexes; et des expériences ont prouvé que partout cette évolution est facilement praticable à quelque degré. Ce changement actuel, sinon la distribution même du tubercule, est œuvre artificielle; et la cause à signaler au point de vue géographique est le pouvoir d'attraction et d'amélioration des cultures, exercé par les sols suffisamment riches, sur lesquels se trouve une population pressée, possédant des procédés et des installations scientifiques.

J. Machat,

Agrégé d'Histoire et de Géographie

DEUXIÈME PARTIE : TECHNIQUE CULTURALE

I. — PROCÉDÉS POUR ACCROÎTRE LES RENDEMENTS.

En même temps que la culture de la pomme de terre a subi l'extension considérable qu'indique M. Machat, les rendements se sont notablement élevés, du moins en ces dernières années, et il semble que cette augmentation de rapport ait été un facteur important de l'extension de la culture en surface.

Mais, nous le constatons à regret, c'est à l'Etranger, non en France, que le rendement à l'hectare a fait le plus de progrès. On en jugera par les chiffres suivants qui représentent la moyenne des rendements obtenus depuis quelques années en France, en Allemagne, en Belgique et en Angleterre :

France.	7.355 kilos à l'hectare.
Allemagne.	10.000 — —
Belgique.	12.500 — —
Angleterre.	15.000 — —

Ces résultats sont relatifs aux moyennes générales; dans un certain nombre de régions, ils sont de beaucoup dépassés. C'est ainsi que dans divers départements français, on a obtenu les récoltes ci-après.

Voges.	14.180 kilos à l'hectare.
Ardèche.	13.600 — —
Hautes-Alpes, Ardennes.	10.000 — —
Doubs, Lot-et-Garonne.	
Meurthe-et-Moselle.	
Oise, Seine-et-Oise, Var.	
Vienne.	11.000 — —

Enfin, dans le département de la Seine, où intervient, il est vrai, la culture maraîchère, les rendements s'élèvent de 14.000 à 14.500 kil. à l'hectare.

Quoique ces résultats soient déjà bien supérieurs à la moyenne générale de la France, ils sont peu élevés si on les compare aux résultats obtenus dans certaines parties de l'Allemagne : en Saxe, les récoltes de 25.000 à 28.000 kilos de tubercules à l'hectare sont assez communes et elles peuvent atteindre souvent le chiffre de 30.000 et même de 32.000 kilos. Cette supériorité s'explique par les soins que l'on a intérêt à donner à une culture utilisée, en ces pays, et à la nourriture des bestiaux et à la production d'alcool.

Les rendements obtenus à l'Etranger dans des sols et sous des climats qui ne sont pas plus propices que nos sols français et le climat de notre pays à la culture des pommes de terre, montrent bien

l'étendue des progrès susceptibles d'être accomplis chez nous. Depuis 1886, M. Aimé Girard s'est attaché à réaliser ces progrès et à mettre ainsi nos cultivateurs en état de lutter contre la concurrence étrangère; il a fait une série d'enquêtes annuelles auprès d'un assez grand nombre d'agronomes, a répandu les plants à grands rendements, a recherché, par lui-même et avec l'aide de collaborateurs, les modes de culture les plus favorables, les engrais les plus efficaces et les a fait connaître dans un certain nombre de brochures¹, au plus grand profit des producteurs de tubercules. La campagne entreprise par M. Aimé Girard a déjà porté ses fruits; son influence s'étend de plus en plus et contribuera certainement et à élever d'une façon considérable les rendements et aussi à répandre davantage l'emploi de la pomme de terre industrielle comme fourrage.

Voici les conclusions des recherches de ce savant, tempérées par les restrictions qu'y ont parfoit apportées divers auteurs :

1° La nature du terrain ne paraît pas influer beaucoup sur les résultats obtenus: quoique la pomme de terre passe pour exiger un sol sablonneux, on peut avoir de bons rendements dans des terres argilo-siliceuses, argilo-calcaires, calcaires et même argileuses, à condition que le sol soit profond et bien ameubli :

2° Contrairement à la croyance généralement répandue parmi les cultivateurs, la culture des pommes de terre possédant des racines chevelues², longues et touffues, exige des labours profonds atteignant, s'il est possible, de 30 à 40 centimètres et exécutés avec un fort brabant suivi d'une petite charrue fouilleuse;

3° On sait maintenant — mais c'est une vérité encore trop peu connue — que, les récoltes emportant toujours un certain stock de matières fertilisantes, il convient de rendre ces éléments au sol sous forme d'engrais pour une culture quelconque. Les pommes de terre n'échappent pas à cette loi. Ces plantes exigent à la fois de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse. Selon la composition du terrain, on doit donc ajouter l'un quelconque de ces éléments ou même tous à la fois. M. Aimé Girard recommande de les distribuer sous forme de fumier de ferme, de superphosphate de chaux, de nitrate de soude et de sulfate de potasse.

C'est, d'ailleurs, à des conclusions analogues que sont arrivés MM. Berthault et Boiret dans leurs recherches effectuées aux champs d'expériences de Grignon³. Quant aux quantités à donner, elles varient naturellement avec la richesse du sol; le cultivateur est le meilleur juge en cette matière;

4° Les semenceux doivent être choisis parmi les tubercules moyens provenant de sujets forts; on n'a pas avantage à prendre pour cet usage des plants trop gros ou trop petits; leur poids moyen, variable selon les races, sera de 60 à 100 grammes pour les races à grands rendements et de 40 à 80 grammes pour les autres. M. Saint-André avait observé, il y a une vingtaine d'années⁴, que les qualités des semences semblent être héréditaires; M. Aimé Girard a fait aussi cette constatation, qui permet de sélectionner les plants et d'assurer à chaque variété la perpétuité et même l'amélioration de ses qualités originelles. Cette découverte offre une grande importance pour obtenir des tubercules riches en fécale;

5° Une partie assez controversée de la question qui nous occupe est la fragmentation des tubercules de plant. On sait que les pommes de terre portent à leur surface un certain nombre d'« yeux », c'est-à-dire de bourgeons, qui sont susceptibles de se développer; aussi beaucoup de cultivateurs divisent-ils les semences en plusieurs portions devant chacune porter au moins un œil; mais M. Aimé Girard s'élève absolument contre cette pratique, qu'il juge sans avantage et même mauvaise, car, si elle a pour but d'économiser le plant, elle a pour résultat de diminuer le rendement. MM. Berthault et Boiret⁵ pensent de même, mais certains autres agronomes sont arrivés à des conclusions contraires. En général, cependant, c'est l'opinion de M. Aimé Girard qui semble prévaloir;

6° La date de la plantation doit se placer du milieu de mars au milieu d'avril; la plantation doit être faite d'une façon régulière, au *rayonneur*, et non, d'une manière arbitraire, au *pas*. L'espacement du plant est une question capitale au point de vue du rendement. M. Aimé Girard et M. Vestermeier⁶ ont démontré que l'espacement le plus favorable est celui qui correspond à 330 ou 350 poquets à l'hectare. On doit planter en lignes écartées de 0^m,60, les tubercules étant placés à 0^m,50 les uns des autres; chaque pied dispose ainsi de 25 à 30 décimètres carrés;

7° Comme dans toutes les cultures de plantes améliorantes, les façons exercent une grande influence sur les rendements; les binages doivent être très

¹ Voir, notamment, les *Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère*. 1891, Gauthier Villars, éditeurs. — C'est à ce Mémoire que nous empruntons une bonne partie des documents utilisés dans cette étude sur les progrès de la culture de la pomme de terre.

² On sait que les tubercules des pommes de terre proviennent de rameaux souterrains et non pas des racines proprement dites. C'est, d'ailleurs, pour augmenter le nombre de ces rameaux souterrains que l'on pratique le buttage.

³ *Annales Agronomiques*, t. XVII, p. 187.

⁴ *Annales Agronomiques*, t. IV, p. 19.

⁵ *Loc. cit.*

⁶ *Centralbl. f. Agrikulturchemie*, 1896, p. 329.

soignes et les buttages doivent être élevés, afin de bien couvrir les tubercules; on peut les pratiquer au moyen d'une butteuse à cheval;

8° La récolte des pommes de terre ne doit avoir lieu que quand la végétation est complètement terminée, quand toutes les feuilles, y compris le bouquet terminal, sont complètement fanées. L'arrachage, s'il est exécuté trop hâtivement, ainsi qu'on a la mauvaise habitude de le faire, peut empêcher la récolte d'atteindre son maximum et causer un préjudice non négligeable. La date de l'arrachage ne peut, d'ailleurs, être indiquée d'une façon fixe; elle varie avec les diverses variétés et avec les conditions météorologiques de la saison.

II. — LUTTE CONTRE LE PHYTOPHTORA INFESTANS.

Il reste, pour assurer l'élévation des rendements, à lutter contre une maladie de la pomme de terre qui, malheureusement, a pris aujourd'hui une extension considérable. Cette maladie est causée par le développement d'un champignon parasite, le *Phytophthora infestans*, qui peut détruire en quelques jours les meilleures récoltes. L'agent pathogène a été étudié successivement par M. Prillieux et par M. Bohm. Les feuilles des plantes infectées sont envahies par des taches noires qui se développent rapidement et qui les détruisent et arrêtent la fonction assimilatrice; la croissance du tubercule s'arrête; cet organe se contamine à son tour et peut subir une destruction totale.

Un certain nombre d'agronomes, M. Aimé Girard, M. Michel Perret, etc., ont exécuté des essais sur les moyens pratiques de détruire ou, tout au moins, de combattre le parasite. Ce sont les sels de cuivre qui ont donné à ce sujet les meilleurs résultats; on en a imaginé plusieurs méthodes d'emploi.

Il est important, d'abord, de les distribuer à l'état de *bouillie* et non de poudres sèches, lesquelles seraient bientôt emportées par le vent. M. Aimé Girard préconise le mélange suivant :

Eau,	100 litres
Sulfate de cuivre,	3 kilos
Chaux vive,	3 —

Le sel de cuivre est dissous dans 10 à 20 litres d'eau; le volume est complété ensuite à 100 litres; enfin, on y ajoute peu à peu la chaux préalablement éteinte avec un peu d'eau; on obtient ainsi un mélange trouble, bleuâtre, bon à être employé.

M. Michel Perret a imaginé une bouillie de saccharate de cuivre, dont la composition est analogue à la précédente, mais qui est complétée par l'addition de mélasse dans le but de faire mieux adhérer le sel de cuivre sur les feuilles des végétaux.

L'application de ces bouillies se fait au moyen de pulvérisateurs semblables aux appareils em-

ployés pour le traitement des vignes. Le mélange est bien agité, introduit dans les pulvérisateurs et distribué à raison de 17 à 18 hectolitres par hectare. Ce travail doit s'exécuter à la fin de juin ou au commencement de juillet, époque ordinaire du développement de la maladie. Le traitement doit être préventif et non pas curatif; il est bon d'y soumettre toutes les cultures de pommes de terre, surtout dans les climats humides.

III. — CHOIX DES RACES.

La variété de tubercules à grands rendements, que M. Aimé Girard recommande particulièrement au point de vue de la consommation industrielle et fourragère, est la *Richter's Imperator*, qui réussit particulièrement bien en Allemagne et qui possède une teneur élevée en fécule.

La richesse en fécule est, en effet, un facteur important du sujet qui nous occupe: le pouvoir nutritif et le rendement en alcool sont liés directement à la quantité de cette substance contenue dans les tubercules; divers auteurs ont pu fixer une relation approximative entre la densité des pommes de terre et leur teneur en fécule, ce qui permet d'apprécier cette dernière rapidement et d'une façon suffisamment approchée. Or, tandis que les variétés cultivées ordinairement dans nos champs renferment en moyenne 14 % de fécule, les races allemandes, notamment la *Richter's Imperator*, en accusent 18 à 20 %, et parfois davantage.

IV. — CONCLUSIONS.

Les cultures exécutées dans les conditions rationnelles indiquées ci-dessus ont fourni, en grande culture, depuis plusieurs années et chez un assez grand nombre de cultivateurs, des récoltes moyennes de 30.000 et 35.000 kilos à l'hectare; dans certains cas, les rendements ont dépassé 40.000 kilos, ce qui permettrait de compter sur une production de 5.000 ou 6.000 kilos de fécule et même davantage. On voit combien nous sommes loin de nos anciennes récoltes de 12.000 à 15.000 kilos et de nos rendements de 1.000 à 1.500 kilos de fécule, réputés parmi les plus favorables.

Nos cultivateurs ont donc le plus grand intérêt à tenir compte des progrès réalisés dans la technique culturale de la pomme de terre par les éminents agronomes dont nous avons indiqué les travaux: les méthodes préconisées se répandant, nous pourrions lutter avec avantage contre la concurrence étrangère. Là encore, la Science sera venue apporter son tribut à la prospérité et à la richesse du pays.

Alexandre Hébert.

Ex-chimiste

à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Russell, Bertrand A.-W., *Professeur à Trinity College (Cambridge)*. — *An Essay on the Foundations of Geometry*. — 1 vol. in-8° de 200 pages. Prix: 9 fr. 33. The University Press, Cambridge, 1898.

L'examen approfondi de l'origine des idées géométriques est de date relativement récente; c'est de là que sont sorties les Géométries non euclidiennes, qui ont suscité de vives polémiques, et dont l'intérêt scientifique est incontestable.

Malheureusement, sur ce sujet comme sur beaucoup d'autres, il semble qu'on se soit disputé surtout faute de s'entendre sur les termes. D'autre part, quelques philosophes se sont peut-être lancés dans le débat sans avoir suffisamment pénétré le côté mathématique de la question, lequel exige des connaissances approfondies dans presque toutes les branches de la science.

Malgré tout, la science est faite sur ce point, à l'heure actuelle, grâce aux efforts d'un grand nombre de géomètres éminents, et l'on se demande comment il est possible de rencontrer encore des « non euclidiens » ou des « euclidiens », après les travaux publiés à ce sujet. C'est que, d'une part, de simples articles scientifiques ne suffisent pas à apporter la conviction pleine et entière dans les esprits, parce que l'auteur, forcé d'abréger, se trouve souvent contraint d'affirmer au lieu de prouver. Et, d'un autre côté, bien peu de personnes sont à même de remonter jusqu'aux œuvres originales, très volumineuses, écrites dans diverses langues, et dont l'étude exigerait un temps énorme.

La publication, sur un tel sujet, d'un livre comme celui de M. Russell, est donc éminemment utile, et elle vient bien à son heure.

L'auteur — sur tout l'apprend dans sa très courte préface — s'est surtout inspiré des « Leçons sur la Géométrie non euclidienne », de M. Félix Klein. L'éminent professeur de Göttingue s'est, en effet, attaché tout particulièrement à ce sujet, et il y a apporté cette grande hauteur de vues qui est un des traits distinctifs de son esprit.

Après une introduction sur les relations du problème avec la Logique, la Psychologie et la Mathématique, M. Russell, dans un premier chapitre, présente un rapide historique de la métagéométrie. On y trouve, en une cinquantaine de pages, la substance des travaux de Gauss, de Lobatchewsky, de Bolyai, de Riemann, d'Helmholtz, de Cayley, de Beltrami, de Sophus Lie et de Klein, pour nous borner à quelques noms choisis parmi les plus célèbres. L'auteur fait notamment ressortir l'importance de la considération de la courbure, et montre comment la notion de la courbure constante est intimement liée à la notion du libre transport d'une figure sans déformation. Bien que Helmholtz fût un très grand esprit, et possédât une vaste instruction mathématique, cela ne l'a pas empêché de commettre sur cette question de la courbure des erreurs, qui lui furent signalées par M. Beltrami, et qu'il s'empressa du reste de rectifier.

M. Russell, qui est un mathématicien de profession, n'a pas de peine, dans son deuxième chapitre, où il passe en revue les principales critiques élevées contre la métagéométrie, à le faire en pleine connaissance de cause. Il va au-devant des objections, et fournit aux critiques de bonne foi des arguments qui doivent porter la conviction dans leurs esprits.

Les deux derniers chapitres sont consacrés aux axiomes et aux conséquences philosophiques.

M. Russell a eu d'autant plus raison de considérer ce dernier ordre d'idées qu'en cette matière la tendance d'esprit individuelle paraît jouer un rôle important. M. Klein, à ce sujet, a établi une classification originale en quatre catégories : les « orthodoxes », les « sceptiques », les « réceptifs » et les « enthousiastes ». Cayley et Clifford représentent assez exactement la première et la dernière de ces catégories; Cayley, jusqu'à sa mort, a été franchement euclidien; il croyait aux géométries non euclidiennes, mais nullement aux espaces non euclidiens; Clifford, géomètre d'un immense talent, était porté, par la tendance de son esprit, à croire à l'espace elliptique. Il trouvait un « consolant espoir » dans la pensée que cet espace est peut-être le vrai.

M. Klein n'a pas dit précisément dans quelle catégorie il se classe lui-même; mais il semble, comme M. Poincaré, réceptif ou sceptique, émettre le plus sage des aphorismes en déclarant que le problème ne porte guère que sur les conventions, et qu'il s'évanouit au point de vue philosophique.

Mathématiquement, c'est une autre affaire. En Analyse, la doctrine des Géométries non euclidiennes a rendu d'éminents services. En Géométrie pure, elle a eu pour résultat d'attirer l'attention des savants d'une façon plus sérieuse et approfondie qu'on ne le faisait auparavant, sur la notion de la courbure. Elle a eu enfin le grand mérite d'établir l'impossibilité d'une démonstration du postulat d'Euclide; cela n'a cependant pas suffi pour décourager les chercheurs, car ces dernières années ont vu éclore à foison des démonstrations nouvelles, toutes réfutées aussitôt que produites.

Cette recrudescence est une preuve de plus de la nécessité qu'il y aurait de répandre des notions scientifiques et historiques exactes et précises sur cette question, ainsi que M. Russell vient de le faire. C'est seulement ainsi qu'on finira par dissiper un malentendu dont s'amuseront peut-être nos successeurs.

Malheureusement, tout le monde ne lisant pas couramment l'anglais, parmi nos compatriotes, l'excellent livre de M. Russell ne rendra sans doute pas en France tous les services qu'on en devrait attendre.

Nous désirons sincèrement — et c'est le meilleur éloge que nous en puissions faire — qu'il se rencontre chez nous un traducteur ou un imitateur pour mettre sous les yeux du public français une étude à la fois aussi concise, complète et bien ordonnée sur le sujet.

G.-A. LAISANT,

Répétiteur à l'École Polytechnique

2° Sciences physiques

Rodary F.), *Ingénieur civil des Mines, Sous-chef de Division aux Chemins de fer P.-L.-M.* — *Traité d'Électricité. Théorie et applications générales*. — 1 vol. in-8° de 320 pages avec 384 figures. Vve Ch. Dunod et P. Vica, éditeurs, 49, Quai des Grands-Augustins, Paris, 1898.

L'ouvrage de M. Rodary est un ouvrage de vulgarisation : il est divisé en trois parties comprenant les principes généraux, la production et la transformation de l'électricité, et enfin les applications. La première contient un résumé rapide des notions dont la connaissance est utile à quiconque veut aborder l'étude des applications, à savoir les définitions et lois fondamentales, les unités de mesures, le magnétisme, l'électromagnétisme, l'induction et l'électrométrie. La seconde comprend l'étude des principales sources, classées d'après la nature des actions qu'elles utilisent (actions chimiques,

phénomènes d'induction, etc.), et des transformateurs à courants continus et à courants alternatifs. La troisième, enfin, comprend les principales applications, transport et distribution de l'énergie, éclairage, locomotion, électrolyse et électrometallurgie, applications aux ateliers et aux mines, télégraphie, téléphonie, horlogerie, météorologie, applications à l'art militaire, aux chemins de fer, au théâtre, à la médecine, à la chirurgie. Telle est, résumée, la table des matières de ce traité qui, on le voit, serait une véritable encyclopédie de l'électrotechnique si l'auteur ne s'était partout maintenu dans les bornes d'une étude élémentaire et surtout descriptive. Les électriciens de profession n'y chercheront donc pas de renseignements nouveaux sur les appareils et les machines qu'ils construisent ou qu'ils utilisent; mais les personnes si nombreuses que l'électricité intéresse, y trouveront rassemblées un grand nombre d'applications très variées, curieuses en général et recueillies à peu près dans toutes les branches de l'industrie. Signalons en particulier le chapitre sur les applications aux chemins de fer, auquel la situation et les recherches personnelles de M. Rodary donnent une autorité toute particulière. La lecture de l'ouvrage est facile et agréable, et ne suppose pas heureusement une étude approfondie de l'introduction théorique qui contient quelques incorrections, et qui nous semble un trop ou trop peu développée pour le but que l'on se propose.

P. JAXET.

Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.
Directeur du Laboratoire central et de l'Ecole Supérieure d'Electricité.

Rivals (Paul). *Préparateur au Collège de France. — Recherches thermochimiques sur quelques Composés chlorés des séries acétique, benzoïque et salicylique.* (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris). — Une brochure in-8° de 72 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1898.

On ne possède encore qu'un petit nombre de données thermochimiques relatives aux composés organiques chlorés; c'est qu'en effet ces corps se prêtent rarement aux réactions rapides qui seules peuvent conduire à des mesures calorimétriques précises.

M. Rivals a essayé dans ce travail de faire voir l'influence que la substitution chlorée exerce sur la formation thermique des composés les plus simples de la série grasse et de la série aromatique, entre autres les sels, les éthers, les amides, les aldéhydes et les chlorures d'acides.

Il signale d'abord une anomalie curieuse de l'acide trichloracétique qui, contrairement à ce que l'on observe avec tous les autres acides organiques solides, se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur; il est donc comparable aux acides minéraux tant que sa dilution est suffisante 4 à 20 litres. Aux dilutions faibles il se comporte normalement, en sorte qu'il nous offre un exemple inattendu d'un corps sur lequel le dissolvant exerce une influence thermique considérable.

La chaleur de formation des sels ammoniacaux solides, des amides et des éthers éthyliques croît régulièrement de l'acide acétique à son dérivé trichloré, ce qui montre que la substitution chlorée, dans l'acide acétique, se traduit par une augmentation correspondante de ses propriétés électrochimiques.

Egalement dans la série acétique, le dédoublement d'un sel ammoniacal en amide et eau solide correspond à une absorption de chaleur à peu près constante et voisine de — 2 calories. Cette observation concorde avec les résultats déjà obtenus par MM. Berthelot et Fohg, Stohmann et Schmidt sur les amides des acides monobasiques.

En série aromatique, l'introduction du chlore dans le noyau, qui augmente l'acidité de la fonction phénolique, ne modifie pas sensiblement celle du carboxyle.

La substitution du chlore dans un méthyle ou dans un groupe aldéhyde COH, liés à un noyau benzénique, dégage à peu près la même quantité de chaleur.

Les chaleurs de formation du phthalide, du chlorure de phthalyle, de l'aldéhyde salicylique chlorée et de son isomère l'acide chlorobenzoïque, sont normales et conformes à la théorie; il en est de même des chaleurs de transformation de la salicinine en saliginine chlorée, de la saliginine chlorée en aldéhyde chlorosalicylique, mais il semble impossible de pouvoir considérer le parasalicyle comme un éther-oxyde de l'aldéhyde salicylique.

Enfin, M. Rivals montre que l'oxydation d'un aldéhyde R — CHO ou sa transformation en chlorure d'acide R — COCl dégage d'autant plus de chaleur que le radical R est plus lourd et plus condensé, d'où il résulte que la chaleur de décomposition par l'eau des chlorures d'acides diminue en même temps jusqu'à devenir parfois négative, l'acide R — COH étant pris à l'état solide et l'acide chlorhydrique à l'état gazeux.

En outre de ces conclusions intéressantes, le travail de M. Rivals renferme un grand nombre de données numériques qui seront sûrement utilisées avec fruit le jour où la Thermochimie sera enfin d'un emploi courant en Chimie organique.

L. MAQUENNE.

Maitre de Conférences à la Sorbonne.

3° Sciences naturelles

Le Double (Dr A.-F.). *Professeur d'Anatomie à l'Ecole de Médecine de Tours. — Traité des variations du Système musculaire de l'Homme.* (Avec une préface de M. E.-J. Marey, de l'Institut. — 2 vol. gr. in-8 de 368 et 516 pages. (Prix cartonnés : 48 fr.) Schleicher frères, éditeurs, Paris, 1898.

J'ai grand plaisir à présenter l'ouvrage de M. Le Double aux lecteurs de la *Revue*. Il est le fruit de vingt années de travail, et on ne sait ce qu'il faut le plus louer, de la grande érudition qu'il a nécessitée ou de l'étendue des recherches personnelles. On jugera de ces dernières quand je dirai qu'il est telle malformation que l'auteur a observée des centaines de fois, qu'il a découvert un grand nombre de faisceaux insolites et dix muscles nouveaux. Tous les anatomistes savent d'ailleurs que M. Le Double s'est créé une véritable spécialité dans cette branche scientifique; le premier en France, et bien avant l'ouvrage, d'ailleurs incomplet, de M. Testut, il avait publié d'importants travaux sur ces questions. Aujourd'hui il est suffisamment armé pour nous donner « le premier traité didactique complet des variations du système musculaire qui ait paru en France et à l'Etranger ».

L'ouvrage embrasse les anomalies de tous les muscles striés. Dans le premier volume, sont décrites celles de la tête et du tronc, y compris les muscles de l'œil, du larynx, du pharynx, du péricrâne, de l'oreille moyenne et même les muscles suspenseurs de la plèvre (et ici je signale à l'auteur, qui tient avec raison aux questions de priorité, le mémoire de Zuckerkandl, qui, plusieurs années avant Sobleau, a découvert et étudié les muscles pleuraux sur sixoixante sujets). Le deuxième volume est consacré aux membres. Les muscles sont classés par région; pour chacun d'eux, l'auteur étudie les anomalies de forme, de nombre, d'insertion, l'anatomie comparée, et, pour chaque groupe, le sens général de ses variations.

Le livre s'ouvre par une préface de M. Marey qui, dans son ouvrage célèbre de la *Machine animale*, avait signalé l'influence de la fonction sur la forme des muscles et du squelette. Il se termine par un chapitre de généralités où M. Le Double, protestant contre l'attribution exclusive de toutes les anomalies à l'atavisme, classe celles-ci en réversives, progressives et monstrueuses. Il n'a pas cru non plus que l'étude des variations musculaires lui permit d'en déduire toute l'histoire de l'homme, son origine, sa généalogie, avec toutes ses parentés passées, et ses descendance futures. Il s'est sagement borné à conclure « que les variations régressives » se rattachent l'homme par des étroits et nouveaux « liens aux autres Mammifères ».

Il n'y a pas de planches. Souhaitons qu'une deuxième édition permette à l'auteur de puiser dans sa riche collection et d'ajouter à son ouvrage les figures des grandes anomalies, de celles surtout qui ont un intérêt pratique. On aimerait à voir les dessins d'un beau muscle sternal, d'un arc aillaire chancelant les rapports artériels, d'un clédo-occipital, ou encore le type thoracique de l'absence des pectoraux, anomalie qui n'est point très rare et qui vient de susciter plusieurs travaux en France et en Allemagne sur la question de l'aptitude au service militaire.

A. CHARRY,

Professeur d'Anatomie
à la Faculté de Médecine de Toulouse.

D'Enjoy (Paul). — *La Colonisation en Cochinchine.*
MANUEL DU COLON — 1 vol. in-8° de 390 pages, avec
une carte. Prix: 7 fr. 50. (Sociétés scientifiques, Paris, 1898.

Nos plus récentes conquêtes coloniales semblaient avoir depuis plusieurs années bénéficié, à elles seules, des faveurs de l'opinion, au détriment des anciennes; mais voici qu'en un livre récent M. Paul d'Enjoy nous entretient de la Cochinchine annexée à la France en 1862. Ce vibrant plaidoyer en faveur de notre déjà vieille colonie vient, à son heure, combler une regrettable lacune dans notre bibliographie coloniale. L'auteur, ancien magistrat de l'Indo-Chine, s'est étendu longuement — et il a eu raison de le faire — sur les droits à notre reconnaissance d'une de nos plus anciennes conquêtes, d'où sont nées nos plus récentes annexions de l'Annam et du Tonkin. Son étude consciencieuse, inspirée par le plus ardent patriotisme, embrasse dans sa plus large part les richesses de ce pays que la Nature semble avoir servi à souhait pour l'édification de notre fortune et que, par un inconcevable oubli, nous négligeons, parce que nous le connaissons mal. Richesses naturelles et industrielles protègent à d'autres qu'à nous et il se trouve que ceux qui les exploitent sont les clients de nos traditionnels rivaux, les Anglais et les Allemands. Deux faits suffisent à le prouver: le mouvement du port de Saïgon accuse la présence annuelle de 500 navires jaugeant un total de 500.000 tonnes. Sur ces 500 navires, 150 à peine battent pavillon français. Les autres sont pour un tiers anglais et pour deux tiers allemands.

Le jeu, une des plaies de l'Extrême-Orient, s'exerce sous une forme des plus simples en Cochinchine: deux dés et un tableau divisé en quatre cases, voilà le Ba-Quan organisé, offrant à l'indigène naïf toutes ses dangereuses tentations. La perte suit le gain, puis la honte et la ruine avec le secret désir de tenter encore la chance. Les usuriers sont là, guettant le joueur décaï, tous adeptes de Siva, originaires des Indes anglaises. Et l'argent qu'ils lui prêtent à gros intérêts rentre par les Indes dans les mains de l'Angleterre.

Mais la Nature semble avoir pris à tâche de refaire ce que le vice a détruit: nulle part peut-être au monde le sol ne se montre plus propice aux cultures riches. Dans la région orientale, d'immenses forêts aux essences variées attendent la hache du bûcheron. La branche qu'il abattra lui servira des fleurs aux plus délicats coloris, telles ces magnifiques orchidées que les indigènes recueillent au prix du salaire d'une journée de travail: un trésor pour quelques pièces de menue monnaie. Dans la région centrale, se trouvent des rizières représentant, à elles seules, les neuf dixièmes de la surface cultivée. Productives à l'excès, elles sont d'une fertilité proverbiale. Le riz, ce blé des races jaune et noire, est envoyé dans l'Amérique du Sud, à Java, à Manille, à Singapour, à la Réunion et en Chine surtout, le plus grand consommateur du monde. Pourquoi faut-il que cette source de richesses soit aussi la cause du mauvais renom du climat de la Cochinchine? M. d'Enjoy donne des conseils de prudence et de régularité de vie fort à propos à ce sujet.

La région occidentale contient, en germe, les ressources les plus considérables. C'est celle des vastes territoires et des terrains neufs ouverts au colon et on

n'y rencontre que des Chinois clairsemés, il est vrai, mais tous riches et enrichis par l'agriculture. Le sol se prête merveilleusement à la culture de la canne, du caféier, du poivrier, du palmier, du cocotier, etc.,

L'agriculture, à elle seule, suffirait, semble-t-il, à attirer en Cochinchine l'émigrant français, mais il y trouvera encore d'autres sources de richesses. Il pourra s'y livrer avec profit à la chasse, à la pêche, à l'élevage du cheval, dont il trouvera sur place la nourriture, à celui du porc, du buffle, des animaux de basse-cour, complément nécessaire de toute exploitation agricole.

Le commerce de la Cochinchine, gros et détail, a été étudié d'une façon très complète par l'auteur. Les détails qu'il donne montrent à quel degré de perfection l'indigène est arrivé dans les industries les plus diverses: la poterie, la faïencerie, l'orfèvrerie, le tissage de la soie, la fabrication des éventails et des meubles artistiques. Les exportations s'élèvent à 90 millions de francs et les importations à 85 millions. Dans ce chiffre, l'importation des cotonnades françaises entre pour sept millions et demi de francs; en 1893, elle atteignait à peine trois millions. Ces chiffres sont loin d'équivaloir ceux des entrées et sorties de Shanghaï, Singapour, Hong-Kong et Batavia, et cependant Saïgon, par sa situation géographique et les dimensions de son port, est mieux placé que toute autre ville pour devenir le premier centre d'opérations commerciales de tout l'Orient.

Que manque-t-il donc à la Cochinchine et à sa capitale pour atteindre la situation à laquelle elles peuvent prétendre? Quels sont les motifs qui arrêtent leur essor? Tout d'abord, le manque de moyens de communications, non pas dans la partie basse admirablement desservie par les canaux naturels, mais dans la partie haute, celle qui touche au Cambodge. Les événements de 1893-1894 survenus au Siam n'ont pas procuré à la Cochinchine les avantages qu'elle pouvait espérer. Nos nouvelles possessions du Laos trouveraient un débouché vers le Sud, c'est-à-dire vers Saïgon si, à défaut du Mékong, impraticable au delà du delta, existait une voie ferrée reliant la Cochinchine à Bassac, au centre commercial de la partie méridionale de l'interland laotien. Toujours et partout se pose dans nos colonies cette question capitale des chemins de fer.

Une autre cause qui paralyse le commerce de la Cochinchine provient du taux exorbitant de l'intérêt de l'argent. Celui-ci n'atteint pas moins de 3 % par mois chez les Chétyis. Il est vrai que des banques européennes ouvrent volontiers leurs guichets aux gens solvables à des taux moins usuraïres.

Enfin, troisième entrave, le petit nombre de colons. On compte en Cochinchine, pour 2 millions d'habitants, 2.700 Européens à peine, parmi lesquels les quatre cinquièmes sont des fonctionnaires. L'auteur s'est plu à fournir au colon tous les renseignements qui lui sont nécessaires pour obtenir une concession. La procédure est des plus simples. Il termine par un chaleureux appel aux cultivateurs et aux capitalistes qui, sans quitter un sol français, peuvent trouver réunies en Cochinchine toutes les conditions voulues pour arriver rapidement sinon à la fortune, tout au moins à l'aisance: facilités de transport et d'établissement, sol fertile, main-d'œuvre assurée et à bon marché, administration bienveillante.

Ce livre, véritable manuel du colon, suscitera certainement quelques vocations coloniales, ce sera la plus belle récompense de l'auteur. JOSEPH GODEFROY.

4° Sciences médicales

Hugonnet (L.), *Professeur de Chimie médicale à la Faculté de Médecine de Lyon.* — *Précis de Chimie physiologique et pathologique.* — 1 vol. in-12 de 612 pages avec 110 figures. (Collection Testut.) Prix: 8 fr. 00. Doën, éditeur. Paris, 1898.

Le livre du professeur Hugonnet a été rédigé spécialement à l'usage des étudiants. Toutefois il est appelé à rendre de très grands services soit dans la pratique

médicale soit dans la recherche scientifique. Enfin, en raison surtout du développement étendu donné à l'analyse des urines, il s'adresse également aux pharmaciens.

L'ouvrage est à la fois un traité dogmatique et un manuel technique. Envisagé soit à l'un soit à l'autre de ces points de vue, il présente une réelle originalité et un rare mérite.

Sous le rapport théorique ce livre n'a pas d'analogue. C'est, à ma connaissance, le seul ouvrage qui groupe en un même faisceau tous les faits découverts avec les méthodes de la Chimie sur le domaine entier des sciences médicales (physiologie, bactériologie, thérapeutique, clinique, etc.). Cette synthèse délimite les cadres d'un enseignement nouveau, celui de la *Chimie médicale* qui a droit dans l'Université à la reconnaissance de son individualité et nécessite une organisation spéciale. Dans cet enseignement, l'étude de la Chimie est résolument orientée dans une voie nouvelle. Suivant les expressions de M. Hugoueney, cette science n'est plus considérée comme un but, mais comme une voie d'accès à la Physiologie et à la Clinique. Les notions chimiques sont restreintes à ce qui est strictement indispensable pour l'intelligence du sujet. Les substances qui ont une importance spéciale au point de vue physiologique ou clinique sont placées au premier plan. On étudie leur filiation dans l'économie, les transformations qu'elles subissent, en un mot, l'évolution, le cycle qu'elles décrivent — soit dans les conditions normales soit dans le cours des maladies. — Cette constante préoccupation donne à nos yeux au livre du Professeur Hugoueney son mérite le plus précieux. L'auteur a mis au service de ses idées physiologiques directrices sa haute compétence en Chimie. Déjà, du reste, depuis plusieurs années, M. Hugoueney, dans ses leçons à la Faculté, avait nettement orienté l'enseignement de la Chimie dans cette voie. Son livre consacre une réforme dont il a été l'initiateur et « rend à la Chimie la place qu'elle n'aurait jamais dû abandonner dans l'enseignement médical tout à côté de la Physiologie, qui ne saurait se développer sans elle, de la Bactériologie et de la Clinique, qui n'en sont plus à compter les services que la Chimie leur a rendus ». Les études médicales auront ainsi une plus grande homogénéité. Dès les premiers jours de sa présence à la Faculté l'étudiant comprendra, mieux que par le passé, la raison d'être de ses études chimiques préparatoires, leur lien avec la Physiologie, leur application en Clinique. On peut espérer que dans ces conditions la Chimie n'apparaîtra plus au débutant comme une science accessoire et que cette bonne opinion s'étendra à la Physiologie.

Le *Précis* du Professeur Hugoueney n'est pas uniquement un livre dogmatique, mais aussi un manuel technique très précieux contenant l'exposé des méthodes et des procédés de recherches applicables soit en Clinique pour éclairer le diagnostic, soit dans les laboratoires à l'investigation originale et aux expertises. Les procédés rapides mais approximatifs, suffisants en Clinique, sont séparés des procédés scientifiques plus rigoureux. Les uns et les autres sont exposés avec clarté et méthode et dans tous leurs détails nécessaires.

L'ouvrage est divisé en cinq parties principales. La première est consacrée à l'étude des principes immédiats de l'organisme : albumines, hydrates de carbone, graisses, corps aromatiques, substances minérales. L'un chapitre particulièrement intéressant est consacré aux fermentations.

La deuxième partie comprend l'étude du milieu extérieur. Sous ce titre, l'auteur a très heureusement rapproché la Chimie de l'alimentation des réactions qui se passent au niveau du tube digestif et des poudrons. — Ces organes constituent, en effet, des milieux en réalité physiologiquement extérieurs à l'organisme ou soustraits pour une partie tout au moins à son influence. Les pages consacrées aux aliments offrent un intérêt de premier ordre pour le physiologiste et le médecin. L'auteur étudie l'aliment sous le double point de vue de l'apport de matière et de l'apport d'énergie.

L'un appendice concerne les rations alimentaires nécessitées par les conditions différentes dans lesquelles l'économie peut se trouver placée soit à l'état normal soit dans les maladies. Deux chapitres sont consacrés à l'étude des sucs digestifs. Signalons à ce sujet une étude très complète du chimisme stomacal contenant les indications les plus précises pour le clinicien et une appréciation judicieuse de la valeur des résultats obtenus au point de vue du diagnostic. L'analyse des fèces, calculs, etc., est aussi méthodiquement développée. À l'étude des aliments et des réactions intestinales est annexé un chapitre résumant la composition de l'atmosphère, les phénomènes chimiques de la respiration et les phénomènes calorifiques qui en découlent.

La troisième partie comprend l'étude du milieu intérieur : sang, tissus, organes, sécrétions. Dans l'étude du sang, les élèves remarqueront un exposé lumineux de la coagulation. L'auteur s'est limité aux faits incontestés, peu nombreux, du reste, et indique le caractère incertain et provisoire de toute théorie d'ensemble. L'étude de la matière colorante du sang est envisagée au point de vue physiologique et au point de vue clinique. Un chapitre très nouveau comprend l'exposé des variations pathologiques du sang (goutte, diabète, anémie, anémie pernicieuse, leucocytémie). Une place à part est faite à la *Chimie légale*. Tout ce qui concerne une expertise est indiqué avec méthode et précision. — L'étude du sang est suivie de celle de la lymphe, des érythrocytes, des transsudats et du pus.

À propos des tissus, l'auteur développe l'histoire chimique de l'ostéo-malacie et du rachitisme. L'étude des organes est complétée pour le foie par l'exposé des fonctions de cet organe et spécialement de la glycogénie, pour la glande thyroïde par les notions chimiques concernant la préparation et l'activité de la *thyroïdine*. À propos des poudrons, l'auteur décrit minutieusement l'analyse des crachats. Parmi les sécrétions, nous appelons spécialement l'attention sur l'étude du lait.

La quatrième partie de l'ouvrage est formée entièrement par l'étude des urines (plus de cent pages).

La cinquième et dernière partie comprend une étude d'ensemble des mutations de matières. Sous ce titre, l'auteur examine les échanges nutritifs en général, l'énergie potentielle qui appartient en propre à chaque catégorie d'aliments, la limite de la substitution possible de ces substances et enfin la modalité des réactions chimiques de l'organisme vivant. L'analyse s'étend aux conditions susceptibles de modifier les échanges nutritifs et particulièrement aux variations pathologiques : inanition, fièvre, diabète, obésité, goutte, cancer, maladies du foie, de l'appareil respiratoire, du sang, des reins. Ce travail d'ensemble, fait avec un esprit critique très sûr, est appelé à intéresser au plus haut degré les physiologistes et les médecins.

Le *Précis* se termine par l'exposé des travaux relatifs au chimisme microbien. L'auteur envisage successivement l'étude des poisons putréfactifs et l'histoire clinique des microbes pathogènes. Cette revue comprend non seulement la relation détaillée des méthodes applicables à l'isolement des poisons bactériens, mais aussi une étude des propriétés générales et des actions chimiques de ces poisons. Nous sommes au moment où la Bactériologie, née dans les laboratoires de Chimie, y retourne pour recevoir une impulsion nouvelle, sans laquelle elle ne saurait donner tous les résultats espérés. Le livre de M. Hugoueney trace la voie qu'il faut suivre.

Faut-il ajouter, en terminant, que ce nouveau *Précis* est écrit avec une méthode remarquable? La clarté du texte est encore augmentée par un très grand nombre de figures presque toutes originales. Quelques-unes sont tirées en couleur, notamment celles qui représentent les spectres des pigments du sang et des urines.

M. DOYON,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Lyon

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Décembre 1897.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. Brioschi, président de l'Académie des Lincei, Correspondant pour la Section de Géométrie. — M. Berthelot a assisté à l'ouverture des cercueils de Voltaire et de Rousseau, qui a eu lieu au Panthéon le 18 décembre. Il indique l'état des restes des deux grands écrivains.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Loewy montre quelles sont les difficultés qui surgissent lorsqu'on veut aborder la détermination des coordonnées absolues des étoiles, ainsi que de la latitude, à l'aide des instruments méridiens. Il donne une méthode générale pour la solution de ces divers problèmes. — M. Ch. Rouget décrit un mode particulier d'observations circumzénithales. — M. P. Painlevé étudie le cas du problème des n corps où deux des corps choquent au bout d'un temps fini. Pour cela, il faut que les positions et les vitesses initiales des n corps satisfassent à deux conditions; dès que n dépasse 2, lesdites conditions sont sûrement transcendentes. — M. Emile Picard, à propos d'une récente communication de M. H. Poincaré, rappelle le point de vue auquel il s'est placé dans la théorie des fonctions algébriques de deux variables et la façon dont il a obtenu les périodes des intégrales doubles. — M. S. Mangeot démontre le théorème suivant: Pour que l'équation caractéristique du réseau formé, sur une surface de symétrie Σ d'une quadrique S , par les lignes de symétrie de cette quadrique et leurs courbes conjuguées D , soit intégrable par la méthode de Laplace, il est nécessaire et suffisant que cette surface Σ soit une des surfaces de la symétrie Σ , dont chacune est définie par la condition de passer par une des courbes C . — M. Eug. Fabry cherche les conditions que doivent remplir les coefficients d'une série de Taylor pour qu'il n'y ait sur la circonférence de convergence qu'un point singulier, isolé dans une certaine région.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Leduc indique les formules exactes qui expriment les transformations isothermes et adiabatiques des gaz réels; il les applique à la détermination du rapport γ des deux chaleurs spécifiques au moyen de la vitesse du son. — M. Maurice Hamy décrit un appareil destiné à isoler des radiations dont les longueurs d'onde sont peu différentes; il est fondé sur le principe des interférences. Il peut servir à l'analyse des raies spectrales. — M. R. Lespiau a déterminé les points d'ébullition des solutions étherées de quelques sels; les nombres trouvés varient très rapidement avec la concentration, mais tendent vers une limite quand la concentration diminue indéfiniment. — M. O. Boudouard répond aux critiques que MM. Wyruboff et Verneuil ont formulées sur ses déterminations du poids atomique du cérium. — M. José Rodriguez Mourelto a étudié la durée du pouvoir phosphorescent et son intensité chez les divers sulfures de strontium. — M. H. Causse décrit un nouveau procédé de dosage de l'antimoine par voie volumétrique. Il repose sur le fait suivant. Lorsque l'acide antimonieux, soit libre, soit combiné, est mis en présence de l'acide iodique, ce dernier est détruit; l'acide antimonieux passe intégralement à l'état d'acide antimonique, tandis qu'une quantité d'iode proportionnelle au poids d'acide iodique décomposé est mise en liberté; il n'y a plus alors qu'à la doser. — MM. C. Matignon et Deigny montrent que la chaleur de combustion varie d'environ — 45 calories quand on introduit

le groupe AzO dans une molécule avec liaison au carbone, tandis qu'elle varie d'environ — 9,8 cal. quand cette substitution est liée à l'azote. — M. Louis Simon a constaté que, si, à une solution aqueuse étendue d'aldéhyde, on ajoute quelques gouttes de triméthylamine aqueuse, puis quelques gouttes d'une solution étendue à peine colorée de nitroprussiate de sodium, il se développe graduellement une belle coloration bleue. Cette réaction paraît caractéristique de l'aldéhyde éthylique. — MM. Cazeneuve et Moreau montrent que la pipéridine, réagissant sur les éthers carboniques des phénols, donne constamment une uréthane aromatique. Ils ont ainsi préparé trois uréthanes nouvelles. — M. Ballard a analysé les pailles d'avoine, de blé et de seigle; elles ne renferment qu'une très faible quantité de matières assimilables, et la Chimie ne permet pas d'établir de différences entre elles. Les pailles courtes et feuillues doivent être utilisées de préférence pour la nourriture des chevaux, les pailles longues pour leur litière. — MM. Léon Dufour et Daniel ont constaté que l'addition de sous-nitrate de bismuth retarde beaucoup le durcissement du cidre (c'est-à-dire son acidification au contact de l'air). Il y aurait donc un grand avantage à y ajouter ce sel à la dose de 10 grammes par hectolitre. — M. H. Joulie indique un nouveau procédé de dosage de l'acidité urinaire basé sur l'emploi d'une solution titrée de sucrate de chaux. — M. V. Omelianski a étudié les produits obtenus dans la fermentation de la cellulose par le bacille qu'il a précédemment décrit. On obtient environ 70 % d'acides gras et 30 % d'acide carbonique et d'hydrogène, puis des traces d'acide valérienique et d'alcool supérieur.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau montre que le pouvoir nutritif du sucre et de la graisse ne se mesure pas, chez l'animal en travail, à la quantité d'énergie potentielle contenue dans ces deux éléments. En effet, le pouvoir nutritif du sucre de canne étant 1, celui de la graisse est 1,52 et non 2,373, comme le veut la théorie actuelle des poids et des substitutions isodynames. Il existe, au contraire, une identité parfaite entre l'aptitude nutritive du sucre et de la graisse et leur aptitude glycogénétique. En effet, 1 gr. 52 de sucre de canne et 1 gramme de graisse font, pour celle-ci par oxydation rudimentaire, pour celui-là par hydratation, la même quantité de glycogène, soit 1 gr. 61. Ainsi, la saccharose et la graisse possèdent le même pouvoir nutritif quand on administre, de l'un et de l'autre, les poids propres à former la même quantité de glycogène. — MM. A. Charrin et H. Claudé ont produit chez le lapin, par l'injection de toxine pyocyanique, de l'atrophie musculaire; ils ont, en outre, constaté, à l'autopsie, l'existence d'une myélite à type subaigu. — M. Paul Carnot a déterminé, par l'injection de cultures tuberculeuses chez les animaux, des scléroses du pancréas. Cette lésion paraît être la réaction habituelle de la glande vis-à-vis du bacille de Koch ou de ses produits. — M. Ed. Boriège décrit deux Lépidoptères nuisibles à la canne à sucre aux îles Mascareignes; ce sont la *Diatraea striatilis* et la *Sesamia nonagrioides*. — MM. J. Kunstler et P. Busquet étudient la valeur nucléaire du corps central des Bactériacées; il leur semble qu'il ne doit pas exister en tant qu'entité morphologique; il représente simplement la masse sous-tégumentaire du corps, à propriétés chromophiles plus accentuées que celles de la couche tégumentaire. — M. E. Perrot communique ses recherches sur le tissu criblé extralibérien et le tissu vasculaire extra-libérien chez les Gentianées. — M. E. Roze a étudié la maladie, appelée

pourriture, dont sont souvent atteints les tubercules de pomme de terre après la récolte. Il peut y avoir soit gangrène sèche, produite par le *Pseudococcium vitis* Delbray on par les Micrococcus seuls, soit gangrène humide, produite par les Micrococcus associés au *Bacillus subtilis* Cohn ou par le *Phytophthora infestans* de Bary. — M. G. Vasseur a reconnu la présence de couches à *Planorbis pseudo-ammonius* et à *Bulimus Hopei* dans les environs de Sabarat et de Mirepoix (Ariège). Il en résulte que les formations comprises entre ce niveau et le terrain nummulitique appartiennent au Lutétien et non à l'étage bartonien, comme on l'avait supposé jusqu'à présent.

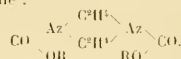
Séance du 27 Décembre 1897.

L'Académie présente à M. le Ministre de l'Instruction publique la liste suivante de candidats pour la chaire de Physique végétale, vacante au Muséum : 1^o M. L. Maquenne; 2^o M. G. André. — M. Hermitte lit une notice sur les travaux de M. Brioschi, correspondant de l'Académie, décédé récemment.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Loewy continue la description de sa méthode pour la détermination absolue des déclinaisons et de la latitude au moyen des instruments méridiens. — M. D. Eginitis communique l'observation de l'essaim des Orionides faite à Athènes du 12 au 14 décembre. Le nombre des météores observés a été suffisant pour trouver le radiant. — M. J. Pimpard adresse une note relative à un cadran solaire indiquant l'heure moyenne. — M. Ch.-V. Zenger envoie une note intitulée : Les dépressions atmosphériques en octobre 1897, la période solaire et les passages des essais périodiques d'étoiles filantes. — M. Riquier établit la proposition suivante : Si, dans un système orthogone passif, la cote première de chaque variable indépendante est égale à 1 (les cotes premières des diverses fonctions inconnues étant quelconques), les intégrales hypothétiques répondant à des conditions initiales arbitrairement choisies existent effectivement. — M. A. Pellet indique les conditions nécessaires pour qu'une surface donnée soit applicable sur une surface de révolution. — M. Lémeray étudie l'intégration des équations fonctionnelles linéaires sans second membre. — MM. A. Binet et N. Vachide décrivent le mécanisme d'un nouvel ergographe qu'ils ont construit et qui diffère de celui de Mosso par la substitution d'un ressort au poids que le doigt médian soulève en se fléchissant.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ed. Branly continue l'étude des propriétés des conducteurs électriques discontinus et les compare avec le fonctionnement du système nerveux. — M^{me} Skłodowska Curie a étudié les propriétés magnétiques des aciers trempés. Le champ coercitif du barreau croît avec le pourcentage de carbone jusqu'à un pourcentage voisin de 1,2 et décroît ensuite pour des pourcentages plus élevés. L'intensité d'aimantation rémanente à circuit fermé croît d'abord avec le pourcentage de carbone jusqu'à 0,5 environ et décroît ensuite. L'intensité d'aimantation induite maximum décroît constamment quand le pourcentage de carbone augmente; enfin, l'hystérèse croît d'abord avec le pourcentage de carbone jusqu'au-dessus de 1. — M. A. Cotton montre que la polarisation partielle de la lumière émise par une flamme de sodium placée dans un champ magnétique (phénomène observé par MM. Egoroff et Georgiewsky) est due à l'enveloppe extérieure de la flamme de sodium. — M. P. Lebeau a préparé des alliages de glucinium et de cuivre en chauffant au four électrique un mélange d'oxyde de glucinium, d'oxyde de cuivre et de charbon. Ces alliages peuvent renfermer jusqu'à 10 % de glucinium; ils ne s'oxydent pas à l'air. — M. Ed. Defaqs a séparé les impuretés de l'aluminium et de ses alliages; elles consistent généralement en un mélange complexe renfermant du silicium, du cuivre, du fer et un peu d'aluminium; ces mélanges sont très oxydables. — M. G. Baugé a obtenu, à partir du carbonate chromeux et du carbonate so-

dique, un sel double susceptible de deux états d'hydratation auxquels l'analyse assigne les formules $\text{CO}^2\text{Cr}.\text{CO}^2\text{Na}^2.10\text{H}_2\text{O}$ et $\text{CO}^2\text{Cr}.\text{CO}^2\text{Na}^2.11\text{H}_2\text{O}$. — MM. Wyrouboff et A. Verneuil répondent aux critiques de M. O. Bondouard et maintiennent l'existence d'un seul cérium, de poids atomique 92,7. — MM. A. Haller et A. Guyot montrent que le vert phthalique ne se rattache pas au groupe du phénolanthracène, ni à celui de la diphenylantrone, mais au groupe du triphénylméthane; il doit être considéré comme du vert malachite ou chlorhydrate de tétraméthylamidotriphénylmécanol substitué en ortho, dans le noyau non amidé, par le radical $\text{CO}.\text{C}_6\text{H}_4.\text{Az}.\text{CH}^3$. — M. P. Yvon propose de préparer l'alcool absolu au moyen d'alcool très concentré, en y ajoutant du carbure de calcium en poudre qui décompose jusqu'aux dernières traces d'eau. — MM. P. Cazeneuve et Moreau ont fait réagir la pipérazine sur les éthers alcooliques des phénols en solution alcoolique et ont obtenu des diméthanes aromatiques de formule :



M. L. Bouveault a retiré du goudron de bois de hêtre un corps qu'il considère comme de l'acétylfurfurane α : $\text{C}_6\text{H}_5\text{O} - \text{CO} = \text{CH}.$ Ce corps est, en effet, identique à l'acétylfurfurane de synthèse, préparé par le même auteur. — M. G. André indique comment se comporte, à la distillation, un mélange de pyridine avec l'un des acides propionique, acétique ou formique. — M. A. Lacroix décrit les minéraux cristallisés, formés, sous l'influence d'agents volatils, aux dépens des andésites de l'île de Théra (Santorin); ce sont surtout de la tridymite, de la fayalite, de la hornblende, de l'hypersthène, etc.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. G. Reynaud montre que l'instinct d'orientation chez les animaux est une fonction distincte, commandée par un organe spécial qui a son siège dans les canaux semi-circulaires de l'oreille; guidé par ce sens, l'animal reprend le contre-pied du chemin parcouru. — M. J.-J. Andeer décrit l'appareil générateur des leucocytes dans le péritoine, et le mécanisme de la régénération du sang après des anémies aiguës ou des hémorragies abondantes. — M. L. Guignard montre que la formation des fuseaux pluripolaires, qu'elle soit accidentelle ou normale, ne peut être invoquée comme un argument sans réplique contre l'existence de centres dynamiques durant la division du noyau. Le cytoplasme laisse voir, à un moment donné, des corps distincts des granulations ordinaires. Il est possible que l'élaboration des figures pluripolaires soit, en partie indépendante des éléments qui forment les centrosomes; il peut se faire aussi que les centrosomes n'aient pas toujours une individualité morphologique distincte. Mais il n'en est pas moins certain que les plantes supérieures peuvent être pourvues d'éléments cinétiques différenciés, dont le rôle est le même que celui des corps analogues, observés chez les plantes inférieures et chez les animaux.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 24 Décembre 1897.

L'Académie procède au renouvellement de son bureau pour 1898. M. Jaccoud, vice-président en 1897, devient de droit président pour 1898. M. Panas est élu vice-président. M. Cadet de Gassicourt ayant décliné une réélection, M. E. Vallin est élu secrétaire annuel.

M. Laborde présente, au nom de M. Guépin, une canule urétrale à double courant, analogue à la sonde urétrine de M. Rudin. — M. Lucas-Championnière présente un malade atteint de fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus gauche avec grande mobilité; il a été guéri par le massage et la mobilisation immé-

diète. L'auteur montre que l'immobilisation n'est pas un élément utile ni indispensable du traitement des fractures. Les os mobilisés avec massage périphérique se réparent vite et facilement. **M. Péan** fait des réserves sur une application trop générale de cette méthode. — **M. Kelsch** montre que la radiographie peut déceler les phases initiales de la tuberculose, alors que les moyens d'investigation ordinaires ne donnent encore aucun renseignement. **M. Collin** pense que cette méthode expéditive rendra de grands services dans l'examen des conscrits. — **M. A. Chipault** présente un malade atteint d'ostéo-myélite vertébrale, opéré et guéri depuis sept ans. — **M. Monprofit** rapporte une observation de résection du pylore pour sténose cicatricielle avec guérison.

Séance du 28 Décembre 1897.

M. Léon Labbé pense que le procédé de **M. Lucas-Championnière** ne doit pas être appliqué dans les cas de fracture des diaphyses des os longs qui se compliquent si facilement de pseudarthrose. — **MM. Cornil et Carnot** indiquent le mécanisme de la cicatrisation et de la reconstitution intégrale des cavités et conduits muqueux après une large ouverture. — **M. J. Renaut** a étudié par la radiographie une main scurculente syngomyélique; il a constaté que les os n'ont subi aucune déformation; leur modification consiste surtout dans l'adipose et la raréfaction osseuse de la tête. — **M. le Dr Defontaine** donne lecture d'un mémoire sur l'hyssotomie sphinctérienne.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 Décembre 1897.

M. Phisalix a constaté que la bile de vipère, injectée à un animal en même temps que du venin, retarde l'empoisonnement. Cette propriété doit être attribuée à la cholestérine et aux sels biliaires. — **M. Bouchard** fait ressortir l'intérêt de ce travail; il montre que l'immobilisation n'est pas due, dans ce cas, à des antitoxines microbiennes, mais aux sécrétions des cellules de l'individu. — **M. Charrin** n'a pas constaté d'action de la bile de cobaye sur la toxine diphtérique. — **M. Capitan** rappelle qu'on tend aujourd'hui à ne plus considérer la chlorose comme une entité morbide, mais comme un syndrome dérivant de causes diverses. Il montre qu'il existe une chlorose d'origine thyroïdienne, guérissable par la médication ordinaire (iodure, thyroïdine). — **M. P. Bonnier** étudie le sens de l'orientation chez les oiseaux voyageurs; il se rattache au sens des altitudes, qui a son siège dans les canaux semi-circulaires de l'oreille. — **M. Courmont** adresse une note sur la non-immunisation du lapin contre le stéptocoque de l'érysipèle par le sérum de Marmorek. — **M. Hagopoff** adresse un mémoire sur l'origine et le développement du ligament rond et de l'articulation coxo-fémorale. — **M. Vaquez** est élu membre de la Société.

Séance du 18 Décembre 1897.

MM. Cl. Philippe et R. Cestan ont recherché l'état du faisceau pyramidal dans quatre cas de contracture spasmodique infantile; le faisceau était absolument normal, sans sclérose ni agénésie. — **MM. A. Charrin et H. Claude** ont constaté que l'injection de toxines pyocyaniques chez le lapin produit de l'atrophie musculaire et d'autres lésions de poliomyélite subaiguë. — **M. Sabrazès** démontre expérimentalement que le tannin n'a pas d'action bactéricide sur les cultures de bacille de Koch. Il ne s'ensuit pourtant pas qu'il faille renoncer à la médication tannique; celle-ci a peut-être une influence sur la sclérisation des tubercules. — **MM. Achard et Castaigne** ont observé que le bleu de méthylène, dans l'organisme ou sous l'influence d'agents vivants, se transforme en dérivés incolores; ceux-ci peuvent, à leur tour, régénérer une matière colorante. — **M. Achard** a trouvé, dans l'urine d'un alcoolique albuminurique, la même albumine soluble dans l'acide

acétique que **M. Bar** a décrite dans l'urine des femmes éclamptiques. — **M. J. Courmont** a constaté que des lapins splénectomisés sont plus résistants que des témoins normaux à l'intoxication staphylococcique; toutefois, cet effet se modifie si la splénectomie est antérieure. — **MM. Quinton et Julia** ont injecté comparativement à des chiens des solutions d'eau de mer et des solutions de sérum artificiel, toutes les conditions étant rigoureusement les mêmes. Or, dans tous les cas, le fonctionnement rénal a été supérieur, qualitativement et quantitativement, avec les injections d'eau de mer. — **M. Desgrez** dose le carbone total dans l'urine en l'oxydant en acide carbonique au moyen d'un mélange d'acide sulfurique et d'acide chromique. — **M. Camus** indique un procédé de conservation du plasma hépatique de peptone. — **M. Léger** envoie un travail sur une nouvelle coccidie du tube digestif des Myriapodes.

MM. Bourquelot et Mangin sont élus vice-présidents de la Société pour 1898.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES

Charles A. Lees: Sur la conductibilité thermique des liquides et des solides et sa variation avec la température. — L'auteur a entrepris ce travail dans le but de déterminer l'effet de la température sur la conductibilité thermique et, en même temps, la relation qui existe entre la conductibilité d'un mélange et les conductibilités de ses composants. L'appareil dont il s'est servi consiste en un certain nombre de disques de cuivre plats, dans chacun desquels on a placé une jonction thermique. Les substances à examiner étaient réparties entre ces disques; puis l'un des disques était chauffé à une certaine température au moyen d'un courant électrique passant dans une bobine en contact avec lui. On mesurait alors les différences de température entre les différents disques en équilibrant les forces thermo-électriques produites. Une trentaine de solides, de liquides, de substances placées aux environs de leur point de fusion, de mélanges de liquides, ont été expérimentés entre 15° et 50°; les résultats obtenus peuvent être résumés comme suit:

1^o Les solides mauvais conducteurs de la chaleur ont généralement une conductibilité décroissante avec l'accroissement de température aux environs de 40°C. Le verre fait toutefois exception à cette règle.

2^o Les liquides suivent la même loi aux environs de 30°C.

3^o La conductibilité d'une substance ne change pas soudainement au point de fusion.

4^o La conductibilité thermique d'un mélange est intermédiaire entre les conductibilités des constituants, mais elle n'est pas une fonction linéaire de la composition.

5^o La conductibilité des mélanges décroît quand la température augmente aux environs de 30°C., et cela à peu près au même degré que pour les constituants.

William Ramsay, F. R. S., et Morris W. Travers: Sur la réfractivité de l'air, de l'oxygène, de l'azote, de l'argon, de l'hydrogène et de l'hélium. — Les auteurs, ayant remarqué que la réfractivité de l'air ne concorde pas exactement avec celle qu'on calcule d'après les réfractivités de ses composants oxygène, azote, argon, ont repris la mesure de ces dernières avec toutes les précautions possibles.

L'appareil dont ils se sont servi est celui qui a été employé d'abord par lord Rayleigh. Il est basé sur le principe suivant: Un faisceau de lumière blanche est divisé en deux moitiés; l'une passe dans l'air et vient produire, au moyen d'un dispositif convenable, des bandes d'interférence stationnaires, vues dans le champ supérieur d'un oculaire. L'autre moitié du faisceau traverse successivement deux tubes, accolés bout à bout et fermés à chaque extrémité par des verres à

faces parallèles; elle passe ensuite dans l'appareil d'interférence et les bandes viennent se former dans le champ inférieur de l'oculaire. Les deux tubes renferment deux des gaz à examiner. En faisant varier convenablement la pression des deux gaz, on peut amener les bandes d'interférences du champ inférieur à coïncider avec celles du champ supérieur. A ce moment, le rapport des indices de réfraction est l'inverse de celui des différences de pression des deux gaz avec la pression initiale. Il n'y a pas lieu de tenir compte de l'influence de la température. Les erreurs inhérentes à cette méthode ne dépassent pas 1/1000.

Les gaz étudiés ont été préparés avec le plus grand degré de pureté. L'hydrogène est obtenu en chauffant du palladium-hydrogène, préparé lui-même en faisant passer sur de la mousse de palladium un courant d'hydrogène provenant d'acide sulfurique et de zinc pur. L'oxygène provient de la décomposition du permanganate de potasse. L'azote est préparé au moyen d'un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque et de nitrite de soude; le gaz passe ensuite sur du cuivre chauffé au rouge, dans de l'acide sulfurique et dans la potasse caustique. L'air ordinaire est soigneusement débarrassé de ses impuretés. L'argon est préparé à la manière ordinaire et sa pureté est prouvée par son spectre. Voici le résumé des résultats obtenus, la réfraction de l'air étant prise comme unité :

	COM- PARAISON directe avec l'air	COMPARAISON AVEC			
		Foxygène	Fazote	l'hydro- gène	Fargon
Hydrogène.	0.4733	0.4737	0.4727	—	—
Oxygène.	0.9243	—	0.9247	0.9237	0.9261
Azote . . .	1.0163	1.0153	—	1.0170	1.0191
Argon . . .	0.9596	0.9577	0.9572	—	—
Cl ²	—	1.5316	—	—	—

On voit que les valeurs obtenues, soit directement, soit indirectement, concordent sensiblement.

On a, jusqu'à présent, admis que l'indice de réfraction d'un mélange de gaz dépend de l'indice des constituants et des proportions dans lesquelles ils se trouvent. Les déterminations des auteurs les ont amenés à vérifier cette loi pour l'air (mélange de 78,15 de Az, 20,91 de O et 0,94 d'argon). On obtient le résultat suivant :

$$1.0163 \times 78,15 + 0.9243 \times 20,91 + 8,9596 \times 0,94 = 99,653;$$

c'est-à-dire un chiffre trop bas de 0,35 0. Il est impossible que la différence provienne uniquement des erreurs d'expérience. Les auteurs ont été conduits à examiner un autre mélange de gaz; ils ont choisi l'hydrogène et l'hélium, qui sont des gaz parfaits, et ils ont supposé que, s'il existait une différence entre les valeurs observées et calculées, elle ne serait pas de même signe que pour l'air, qui est un mélange de gaz moins parfaits. L'expérience a confirmé cette hypothèse.

Pour un mélange en parties à peu près égales d'hydrogène et d'hélium, l'indice de réfraction calculé d'après la loi des mélanges est d'environ 3 % plus fort que l'indice mesuré.

Dans une troisième expérience, faite avec un mélange d'oxygène et d'anhydride carbonique, l'indice calculé est plus faible que l'indice vrai de 0,3 %.

Il faut donc conclure que les gaz, mis en présence les uns des autres, ne sont pas indifférents, mais modifient leurs propriétés respectives, de la même façon que les liquides, mais à un degré bien moindre.

Silvanus P. Thomson, F. R. S. : Rayons cathodiques et autres rayons analogues. — La dimension de l'ombre cathodique d'un objet dépend de son état électrique, comme l'a montré Crookes. Si l'est négativement électrisé, l'ombre se dilate; si l'est posi-

tivement, l'ombre se contracte. Cet élargissement et cette contraction dépendent du degré de vide dans le tube; ils sont, en général, d'autant plus forts que le degré de vide est plus élevé. Pour un objet étroit électrisé positivement, la contraction peut être telle que les bords lumineux se rapprochent, se superposent, puis se recouvrent, de façon à produire une tache brillante au lieu d'une ombre. La dilatation et la contraction ne sont pas égales. Elles dépendent, en outre, de la nature conductrice ou non conductrice de la surface de l'objet électrisé. Le phénomène de claquement que l'on observe lorsque le faisceau cathodique frappe les parois d'un tube de Crookes est dû à la détection des rayons par le verre électrisé.

Lorsque des rayons cathodiques tombent sur une anti-cathode intérieure, cette dernière émet des rayons qui jouissent des propriétés suivantes : Ils excitent la luminescence du verre; ils produisent une ombre derrière les objets; ils sont déviés magnétiquement et électrostatiquement. Mais ils ne donnent plus naissance à des rayons Röntgen lorsqu'ils tombent sur le verre. Ils ne suivent pas les lois de la réflexion spéculaire ni de la réflexion diffuse, mais ils sont émis de la surface anticathodique suivant une loi anormale rappelant celle des rayons Röntgen. L'auteur appelle ces radiations *rayons para-cathodiques*; elles peuvent être émises soit par une anti-cathode, soit par une anti-anode, soit par une surface neutre.

Si des rayons cathodiques ordinaires tombent sur un écran perforé électrisé négativement, ou passent à travers une cathode tubulaire, il émerge de nouveaux rayons appelés *dia-cathodiques*, qui diffèrent des rayons ortho ou para-cathodiques. Ils sont constitués par un cône bleu pâle, non dévié par l'aimant; ils ne produisent pas la fluorescence ordinaire du verre, mais une fluorescence orange (pour le verre de sonde). Ils forment des ombres, qui ne varient pas lorsque les objets sont électrisés.

2^e SCIENCES NATURELLES

H. Marshall Ward, F. R. S. : Sur la biologie du *Stereum hirsutum* Fr. — L'auteur a cultivé, sur du bois stérilisé, le mycélium de ce champignon, obtenu à partir des spores; après plusieurs mois de culture, il s'est développé des renflements jaunes, qui ne sont autre chose que les hyménophores portant les basides. Ce champignon n'a pas encore produit de spores en culture; il en est généralement ainsi pour les Basidiomycètes.

L'auteur décrit ensuite l'action du mycélium sur les bois d'*Esculus*, de *Pinus*, de *Quercus* et de *Salix*.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Novembre 1897.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. W. Kapteyn : Sur quelques intégrales définies. Applications de la formule :

$$\frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} f(z) \left(\frac{1-z}{1+z} \right)^m dz = \mathcal{E} \frac{f(z)}{z} \left(\frac{1-z}{1+z} \right)^m,$$

où $f(z)$ représente une fonction, naiforme à l'intérieur d'une circonférence décrite, avec un rayon égal à l'unité, autour de l'origine de la variable complexe $z = x + iy$ comme centre et n'admettant dans ce domaine d'autres points singuliers que des pôles, tandis que le chemin d'intégration comprend le contour de ce cercle et de deux cercles à rayon minimum décrits des points $z = \pm 1$ comme centres. Etude des cas $f(z) = 1$ et $f(z) = \frac{z}{z^2 + 1}$. — M. J.-A.-C. Oudemans présente la

thèse de M. A.-A. Nyland, intitulée « Uitmeting van den Sterrenhoek G. C. 4410 » (Mesure de l'amas d'étoiles G. C. 4410). — M. H.-G. van de Sande Bakhuysen présente, au nom de MM. H.-G. et E.-F. van de Sande Bakhuysen, la troisième partie des Publications de la Commission géodésique néerlandaise conte-

tenant la « Détermination de la différence de longitude entre Leyde et Greenwich ».

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. J.-D. van der Waals s'occupe de la forme de la ligne de plissement d'un mélange. L'allure de la courbe de plissement d'un mélange de deux substances n'a été étudiée expérimentalement qu'en deux cas particuliers. M. J.-P. Knuen a considéré le cas de CO_2 et CH_2Cl (*Revue générale des Sciences*, t. V, p. 711) et celui de Az_2O et C_2H_6 (*Phil. Magazine*, t. XI, p. 173). Dans ces deux cas, l'allure de la courbe de plissement est très différente. La première (fig. 1) présente un point P où la pression est un maxi-

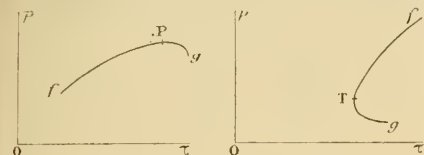


Fig. 1.

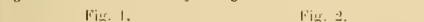


Fig. 2.

mum; la seconde (fig. 2) admet un point T où la température est un minimum. Ces deux cas présentant des courbes de forme différente, il est probable que dans d'autres cas on trouvera encore d'autres formes. Donc, la recherche de toutes les formes possibles a sa raison d'être. Seulement, les déterminations expérimentales sont très laborieuses et prennent beaucoup de temps. Donc, il est désirable d'essayer si la théorie n'est pas à même de révéler toutes les formes possibles de la courbe. De plus, la théorie seule peut décider quelques détails plus délicats. Ainsi, l'auteur retrace cette théorie qu'il nous est impossible de développer ici. Qu'il suffise d'en analyser la partie suivante. En indiquant par $1-x$ et x les proportions des deux substances mélangées et en posant, pour abréger, $a_1(1-x)^2 + 2a_{12}x(1-x) + a_2x^2 = a$, $b_1(1-x) + b_2x = b$, on trouve l'équation de la courbe de plissement par l'élimination de x entre les équations :

$$\frac{\tau}{273} = \frac{8}{27} \frac{a}{b}, \quad P = \frac{1}{27} \frac{a}{b^2}.$$

Ainsi, l'on trouve :

$$D\tau^2 = A\tau^2 + 2B\tau + C,$$

où A, B, C, D représentent des constantes qui dépendent des cinq paramètres $a_1, a_{12}, a_2, b_1, b_2$. Donc, la courbe de plissement elle-même est une cubique rationnelle, dont l'origine est un point double. Dans le cas de CO_2 et CH_2Cl , on a $A = -1$, $B = \frac{1}{2}$, $C = -\frac{1}{12}$ pour $D = 1$; alors (fig. 3), l'origine est un point double à

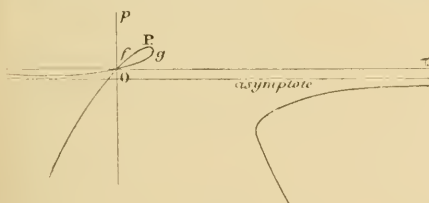


Fig. 3.

branches réelles (nœud). Dans le cas de Az_2O et C_2H_6 , on a $A = 4$, $B = -\frac{1}{2}$, $C = \frac{1}{2}$ pour $D = 1$; alors (fig. 4), l'origine est un point double à branches imaginaires (point isolé). Dans les deux cas, la partie fg correspond

à la partie trouvée par M. Knuen (fig. 1 et 2). — M. V.-A. Julius fait une communication au nom de M. N.-G. van Huffel : Mesures de l'action retardataire

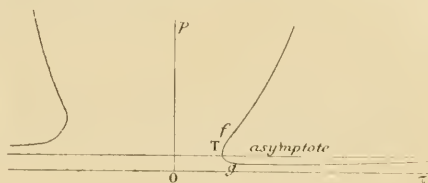


Fig. 4.

magnétique dans une barre de fer. Ce travail est en rapport avec un mémoire de M. L. Klemencie paru dans les *Sitzungsberichte* de Vienne (4 mars 1897), et forme un extrait d'une thèse qui paraîtra sous peu. Une planche fait connaître les résultats. — M. J. van Bemmelen fait connaître les résultats d'une étude expérimentale de M. F. Schreinemakers sur le système des trois corps (eau, éther, saccharonitrile). Ce cas est remarquable, en ce qu'il présente une propriété nouvelle : l'équilibre de trois phases liquides. La représentation graphique des concentrations des phases liquides est donnée comme d'ordinaire, abstraction faite de la phase gazeuse, dans un triangle équilatéral. En commençant par une température très basse, on a d'abord

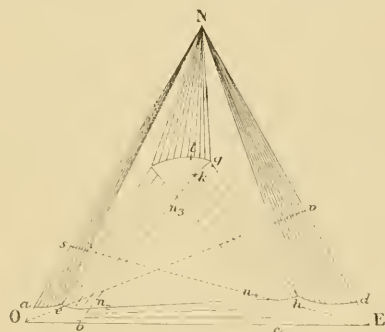


Fig. 5.

les trois corps solides (glace, éther, nitrile), c'est-à-dire les trois sommets O, E, N du triangle. En élevant la température, le premier point remarquable qu'on rencontre, c'est le point quintuple de fusion commune des trois phases, situé près de E. L'auteur a poursuivi l'une des lignes quadruples qui commencent en ce point, celle qui se dirige vers le centre du triangle et qui donne l'équilibre (glace, nitrile, solution depuis -16° jusqu'à $-4^\circ,5$). A cette dernière température, un nouveau point quintuple se présente, le point correspondant à l'équilibre (glace, nitrile, solution_{gl}, solution_{ae}). A ce point correspondent deux points conjugués K₁ et K₂, K₁ dans le voisinage de E, K₂ dans le voisinage de O. De ce point quintuple, émanent quatre lignes d'équilibre. Poursuivons celle qui correspond à l'équilibre (nitrile, solution_{ae}, solution_{gl}) et qui est représentée par deux courbes partant de K₁ et K₂ et se dirigeant vers N. A la température de $19,2$, cet équilibre change encore une fois par l'apparition d'un nouveau point quintuple aux phases (nitrile, solution_{ae}, solution_{gl}, solution_{ae}). Ce dernier point quintuple est extrêmement remarquable, à cause de la présence simultanée de trois couches liquides. Il se représente par trois

points, deux sur les courbes que nous venons de poursuivre, un troisième dans le triangle, à peu de distance du sommet N. En élevant la température encore davantage et en n'observant que l'équilibre des trois couches, on suivra trois lignes émanant des trois points indiqués tout à l'heure et se dirigeant vers le centre du triangle. Désireux de savoir ce que deviendrait cet équilibre, l'auteur a continué le cours des trois lignes et observé une disturbance à 36°.5 où deux des trois couches ont la même concentration. A cette température, de nouvelles complications se présentaient que l'auteur est en train d'étudier. La communication se termine par la description de l'isotherme complète de 10° (fig. 5). — M. H. Kamerlingh Onnes présente un travail de M. W. van Bemmelen : *Additions nouvelles à la collection des observations anciennes des déviations de la boussole. Suite d'une communication précédente* (Rev. gen. des Sc., t. IX, p. 399). — M. H.-C. Dibbits fait connaître, au nom de M. A. Smits, un Appareil pour maintenir constante la pression au-dessus d'un fluide en ébullition. L'espace, dans lequel on désire que la pression reste constante, est mis en communication : 1° avec la branche courte d'un baromètre à siphon ; 2° alternativement avec un aspirateur et un appareil à souffler. Dès que la pression diminue, le mercure monte dans la branche courte du baromètre et forme un circuit électrique. Un petit morceau de fer, attiré par un électroaimant, fait tourner un robinet qui ferme la communication de l'espace avec l'aspirateur et le met en communication avec l'appareil à souffler. Dès que la pression augmente, le contraire a lieu. Une grande bouteille sert comme boîte à air pour régulariser la pression. Quand l'appareil est bien réglé, la température d'ébullition de l'eau ne varie que de 0,002 sous des pressions atmosphériques très différentes.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. J.-W. Moll présente, de la part de M. C. van Wisselingh, une communication sur le nucléole de *spirogyra*. Il y a quelques années, M. Moll a fait des recherches sur la bipartition du noyau de *Spirogyra crassa* Kütz. (Rev. gen. des Sc., t. III, p. 176). Son résultat principal était le suivant : au commencement de cette bipartition, le nucléole devient pyriforme et fait sortir de sa partie aiguë les substances chromatiques. Ces substances prennent la forme d'un fil enroulé qui donne naissance aux douze segments. D'après ces recherches, la chromatine qui forme le matériel principal des segments, vient du nucléole et s'y conserve pendant le temps de repos. Ces observations se faisaient à l'aide de préparations colorées, fixées au moyen du mélange de Flemming. Aujourd'hui, M. van Wisselingh emploie le reste de ce matériel pour l'étude spéciale de la part que joue le nucléole. Il s'est servi d'une autre méthode bien simple et originale qui n'a pas encore été introduite dans les recherches sur la bipartition du noyau. En effet, M. Wisselingh a observé ce qui se présente si l'on met des filaments de *Spirogyra* dans une solution d'acide chromique de 50 % sous le microscope. Alors le protoplasme et le noyau sont dissous, mais spécialement quant au noyau certaines parties après les autres ; on est ainsi à même de remarquer bien des choses inaperçues auparavant. Ainsi M. Wisselingh a étendu et corrigé les résultats de M. Moll. Voici les résultats. Dans le noyau en repos les nucléoles admettent toujours des filaments légèrement enroulés qui offrent plus de résistance à l'action de l'acide chromique. Quelquefois ces filaments au nombre de deux se montrent toujours dans les noyaux à un seul nucléole. Toutefois ces filaments se montrent au moment où la bipartition du noyau commence ou se termine (fig. 6, 7, 8, 9, 10). Si le noyau contient deux nucléoles, chacun d'eux contient ses propres filaments. L'auteur distingue deux espèces de bipartition : une

bipartition connue avec formation de segments et une bipartition très remarquable, inconnue jusqu'ici, sans formation de segments. Dans le cas de la bipartition avec formation de segments, on trouve douze segments. Dix de ces segments se forment dans le noyau même des filaments enroulés ; d'abord ils se présentent en forme de collier de perles. Les deux autres segments dérivent du nucléole. Après avoir perforé la paroi du nucléole, ils se distinguent des dix autres segments en ce qu'ils portent à l'une de leurs extrémités un tout petit fil plus réfringent, appelé fil résistant. Dans le dédoublement longitudinal des segments les fils résistants prennent part ; même ces fils montrent le phénomène de l'hétéropole. Quand les noyaux nouveaux s'éloignent l'un de l'autre, ces fils restent encore quelque temps liés l'un à l'autre. Dans



Fig. 6 à 10.

les noyaux nouveaux on remarque ensuite une confusion des segments. Mais on voit toujours les deux fils résistants qui vont se placer dans l'intérieur du nucléole nouveau ; s'il y a deux de ces nucléoles, chacun d'eux reçoit un de ces fils. Dans le cas de bipartition sans formation de segments, au moment de la bipartition on remarque deux tuyaux dans le nucléole. Ils ne se vident pas dans le noyau, mais subissent de certains changements qui aboutissent à une résolution de la paroi du nucléole. A la fin il n'en reste que les deux fils résistants. — M. C. Eykman : *L'influence des saisons sur la digestion humaine*. Dans une communication précédente (Rev. gen. des Sc., t. VIII, p. 892), l'auteur s'est occupé de l'échange respiratoire de gaz chez les habitants des régions tropicales. Alors il s'agissait de savoir si cet échange diminue sous l'influence du milieu plus chaud. Le résultat que cet échange ne subit point d'influence de la chaleur était d'accord avec des résultats analogues relatifs à la question alimentaire. Donc l'auteur était porté à prétendre que l'homme n'admet pas de régularisation chimique de la chaleur. Ici il fait connaître des expériences en rapport avec ce théorème général. Ces expériences ont porté sur neuf personnes. La moyenne des résultats est donnée par les chiffres suivants :

	CO ₂	O
En hiver	232,2	233,8
En été	223,5	233,3

La température de l'hiver était de 8°,3, celle de l'été de 24°,5. Les quantités de CO₂ et O sont exprimées en centimètres cubes par minute. Ces résultats font voir qu'il n'y a pas de raison à supposer une régularisation chimique de la chaleur de quelque importance. Cette conclusion est moins encourageante, en égard à la question de l'acclimatation de l'Européen dans les régions tropicales ; seulement à ce point de vue l'indigène n'a pas d'avantages sur nous. Non pas en régularisant la production de la chaleur, mais en régularisant l'émission de la chaleur il faut chercher à maintenir constante la température du corps. Le travail de l'auteur se termine donc par une discussion de l'influence des vêtements. P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA PRÉPARATION SCIENTIFIQUE

DU VOYAGE D'ÉTUDE DE LA REVUE EN GRÈCE, AU MONT-ATHOS ET A CONSTANTINOPLE¹

Nous avons indiqué, dans notre livraison du 15 décembre dernier, les escales de cette croisière, et signalé le genre d'intérêt de chaque étape pour l'étude de la Grèce ancienne et de Byzance. Mais, si puissant qu'en soit l'attrait, l'Archéologie n'est pas tout : indépendamment de l'histoire des civilisations et de l'histoire de l'Art, les pays que nous visiterons sollicitent, sous de multiples rapports, notre attention. Leur constitution physique, leur climat, leurs richesses minérales et végétales, l'état actuel des sociétés qui y sont établies, la nature et l'importance des relations commerciales que nous entretenons ou pouvons nouer avec elles ne sauraient être négligées.

Il importe que les divers spécialistes qui prendront part au voyage puissent profiter de la croisière pour étudier ces questions. Voici, très sommairement mentionnées, les dispositions que la *Revue* prend pour leur rendre cette tâche plus aisée.

I. — GÉOGRAPHIE, GÉOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE.

Il n'existe pas de carte géologique complète de la Péninsule des Balkans. En combinant les résultats des études faites en divers points de cette grande région par différents savants, la *Revue* espère pouvoir offrir aux touristes une carte qui leur permettra de mieux comprendre le système orogénique du pays et leur indiquera en chaque lieu la nature géologique et minéralogique du sol.

Ce document sera d'autant plus précieux que les travaux auxquels nous devons une vue un peu précise de l'architecture de la Grèce sont, pour la plupart, très récents. Grâce à E. Suess², à R. Lepsius³, à Philip-

pson⁴, à Toulé⁵ et à quelques autres géographes et géologues, nous savons aujourd'hui que la Péninsule (y compris les îles qui en dépendent) appartient tout entière au système alpin.

Elle est constituée par un faisceau de chaînes comprises entre deux branches de ce système, qui vont en divergeant depuis les Alpes centrales. Ce sont :

1^o L'arc *dinaro-laurique*, formé par les Alpes vénitiennes, les Alpes dinariques, les montagnes du Pinde, la chaîne occidentale de la Morée, les îles de Crète et de Chypre et le Taurus;

2^o L'arc *carpathique*, qui comprend les Alpes calcaires septentrionales, les Carpathes, les Balkans septentrionaux, la Crimée et le Caucase.

Entre ces deux grandes chaînes sinuées, dont les plissements datent du milieu de la période tertiaire, il s'est produit, vers la fin de cette période, un grand effondrement, qui a donné naissance à la mer de l'Archipel et auquel sont intimement liées les éruptions volcaniques des Cyclades, si habilement étudiées par M. Fouqué⁶.

Une carte bien faite devra rendre saisissante cette disposition. Elle montrera aussi l'état actuel des sédiments. Sous ce rapport deux systèmes seront surtout à considérer. Dans les Balkans et aux environs de Constantinople, ce sont les terrains paléozoïques qui affleurent. Au contraire, en Grèce le sol stratifié est cons-

¹ PHILIPSON : *Der Peloponnes. Versuch einer Landeskunde auf geologischer Grundlage*, in 8^o, Berlin, 1892; — et Notes du même auteur dans les *Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde*, Berlin, 1890.

² Voyez à ce sujet, dans la *Revue* du 15 juin 1896, t. VII, p. 502 et suiv., l'article de M. DE LAPPEARENT intitulé : *La structure et l'histoire des Balkans*, d'après M. Franz Toulé.

³ FOUQUÉ : *Les anciens volcans de la Grèce, Revue des Deux-Mondes* du 15 janvier 1867; — et, du même auteur : *Santorin et ses Eruptions*, grand ouvrage in-4^o avec nombreuses planches. G. Masson, éditeur, Paris, 1879.

⁴ Aux Vacances de Pâques 1898 (du 3 au 24 avril).

⁵ E. SUSS : *La Face de la Terre*, édition française, t. 1^{er}, chap. IV et VIII. A. Colin et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1897.

⁶ R. LEPSIUS : *Geologie von Attika*, 1 vol. in-4^o, 196 pages, 8 pl., 1 carte en 9 feuilles, Berlin, 1893.

titué par des terrains secondaires et des terrains tertiaires de caractère alpin (trias alpin, Tithonique à Ellipsactinies, Crétacé à Rudistes, calcaires éocènes à Nummulites). Les terrains tertiaires offrent, dans cette partie du continent et dans les îles de l'Archipel, un développement intéressant et, en certains points, de véritables trésors paléontologiques; aux environs d'Athènes on remarquera notamment, dans le Miocène supérieur d'origine continentale, le célèbre gisement de Pikermi, dont la faune a fait l'objet d'une magistrale étude de M. Gaudry¹. Dans les îles, ce sont surtout les formations lacustres du Pliocène (couches levantes) que les géologues auront à examiner.

Les touristes que ces questions intéressent spécialement pourront, en diverses étapes, les étudier. A Athènes, ils trouveront en M. Th. Skaphos, professeur à l'Université et directeur du Musée géologique et minéralogique de cette ville, un guide aussi bienveillant que hautement autorisé. Nous le remercions du concours qu'il veut bien promettre aux savants de la croisière.

Les paléontologistes pourront, se détachant du groupe des touristes, se rendre d'Athènes à Pikermi, excursion qui ne demande pas une journée entière et permet de revenir le soir coucher au bateau.

Nous avons pensé aussi que les ingénieurs trouveraient profit à visiter les mines de calamine et de galène argentifère du Laurium, et nous avons demandé à la Compagnie qui les exploite de vouloir bien accueillir ceux de nos touristes qui désireraient se rendre compte de la nature des gisements et des procédés actuels de l'exploitation. Si ceux-ci veulent bien nous informer, un mois avant le départ, de leur intention d'aller au Laurium, la Compagnie prendra les dispositions requises pour leur rendre cette visite aussi facile et instructive que possible. Nous sommes heureux de lui exprimer tous nos remerciements.

D'autre part, la *Revue* s'occupe actuellement de réunir — à l'intention de ses touristes ingénieurs, géologues ou économistes — des documents sur les mines des régions que visitera la croisière.

II. — FLORE NATURELLE ET AGRICULTURE.

Les Balkans ne constituent pas ce que l'on pourrait appeler une province botanique. Par suite de la configuration de son sol, la Péninsule offre une assez grande diversité de conditions physiques, dont la plupart se retrouvent en d'autres régions. Il nous a cependant paru utile d'indiquer à grands traits la physionomie florale du pays et de fournir aux touristes quelques documents sur les plantes vulgaires de Grèce et de Turquie, sur le mode de distribution de ces végétaux. A bord, un herbier, d'où seront soigneusement exclues les espèces rares, permettra d'étudier : 1° les plantes sauvages qui donnent son cachet particulier à la végétation de ces régions; 2° les plantes à parfums utilisées ou susceptibles d'utilisation en distillerie; 3° les végétaux cultivés pour leurs propriétés tinctoriales, alimentaires ou textiles.

L'agriculture est encore peu avancée en Grèce, et il y a, en ce pays, des régions entières qui sont peu propices à la culture. Celles-ci deviennent, par suite, tributaires des contrées plus favorisées, et cette dépendance impose aux habitants des conditions toutes particulières de vie, de régime économique et de relations sociales qu'il importera d'observer.

Les passagers trouveront à bord les documents que la *Revue* réunit sur ces questions : régime agraire, culture, étendue, répartition des cultures, pratiques agricoles propres au pays, industries agricoles, taux des salaires, importance de la production.

Les spécialistes de ce genre d'études auront, se trouvant à Athènes, toute facilité de se rendre à Corinthe.

Outre que la campagne environnante, couverte de vignes, mérite l'attention des agronomes, la ville même de Corinthe, où se concentre et se traite tout le raisin de la région, réclame aussi leur visite.

III. — FAUNE TERRESTRE ET FAUNE MARINE.

Nous ne nous étendrons guère sur la faune terrestre de la Grèce et de la Turquie, pour cette raison que, considérée dans son ensemble, elle n'offre aucun trait vraiment caractéristique de ces contrées. Cette remarque vise principalement les Mammifères. On peut l'appliquer aussi aux Oiseaux, avec cette restriction que la Grèce présente, quant aux espèces migratrices, cette particularité d'être, en Europe, l'un des lieux de passage les plus fréquentés. Les Insectes fournissent quelques types d'un réel intérêt; une petite collection installée à bord et accompagnée de commentaires manuscrits sur les espèces les plus répandues, donnera quelque idée de leur rôle dans l'économie naturelle de ces régions.

Mais ce sont surtout les animaux marins qu'il importera d'étudier. Bien que peu d'espèces soient exclusivement confinées dans l'Archipel, plusieurs s'y montrent tellement abondantes que leur fréquence devient, en quelque sorte un caractère de la faune régionale, et donne lieu à de véritables industries maritimes. La capture des poissons, la récolte des oursins, des éponges, des coraux et des perles, fait vivre sur les côtes de la mer Egée toute une population intéressante de pêcheurs, et il conviendra d'y porter notre attention. A cet effet, une collection de Poissons, de Mollusques et de Zoophytes de l'Archipel sera exposée à bord.

IV. — ETHNOGRAPHIE, HISTOIRE ET SCIOLOGIE.

Sur ces sujets, notamment sur l'histoire de la Grèce et de la Turquie, nombreuses sont les publications. Les principales feront partie de la bibliothèque relative au voyage, mise, sur le paquebot, à la disposition des touristes.

V. — PATHOLOGIE ET ÉPIDÉMIOLOGIE.

Un certain nombre de médecins participant à la croisière, la *Revue* prend, avec les autorités urbaines, des arrangements pour permettre à ces touristes d'étudier à Athènes et à Constantinople le régime des maladies endémiques et des épidémies, la morbidité et la mortalité, les services sanitaires et hospitaliers.

La lèpre qui, dans sa forme franche, n'existe plus guère, parmi les pays d'Europe, qu'en Norvège, dans les îles de l'Archipel et en Turquie, fera, à Constantinople, l'objet d'une courte conférence, donnée, avec démonstration microscopique, par le Professeur Zambaco. M. le Dr Cozzonis Elendi, Inspecteur général de l'Administration sanitaire de l'Empire Ottoman, a bien voulu nous dire qu'il se mettrait à l'entière disposition des touristes de la *Revue*, non seulement pour leur faire visiter les travaux publics relatifs à l'hygiène urbaine, mais aussi pour leur faire voir les dispositions prises depuis quelques années par un grand nombre de particuliers, en vue d'introduire dans leurs demeures les raffinements de l'hygiène occidentale. La *Revue* exprime à M. Zambaco et à M. Cozzonis toute sa reconnaissance.

VI. — COMMERCE.

Les croisières de la *Revue* doivent tendre à ce résultat de répandre davantage parmi nos compatriotes les notions requises pour développer l'importation française dans les pays visités. Aussi, pendant toute la durée du voyage, l'attention des touristes sera fréquemment attirée par la Direction sur le régime économique de la Grèce et de la Turquie : quelles sont, en nourriture, en vêtements, etc., la production et la consommation

¹ A. GAUDRY : *Animaux fossiles et géologie de l'Attique*, 4 vol. de texte et 1 atlas in-folio, chez Lavy, Paris, 1862.

de ces contrées ? D'où viennent les marchandises qui y sont importées ? Quel tarif douanier leur est-il imposé ? A quels prix et dans quelles conditions sont-elles achetées ? Comment nos produits français pourraient-ils concurrencer ceux de nos rivaux ?

Ces questions sont d'autant plus pressantes que le commerce français en Orient semble aujourd'hui très menacé.

Depuis plusieurs années, nos importations en Grèce ne cessent de décroître, tandis que le commerce de l'Autriche et de l'Allemagne s'y développe avec une extraordinaire rapidité.

En 1832, écrit M. Maurice Schwob¹, la France vendait à la Grèce vingt millions sur une importation totale de 139 millions. L'Allemagne vendait trente mille francs.

Dix ans plus tard, en 1843, nous ne vendons plus que six millions ! Mais l'Allemagne vend huit millions, alors pourtant que la pauvre Grèce a restreint ses achats totaux à 91 millions.

Ce déclin des affaires françaises sur la terre hellénique résulte de plusieurs causes. L'une de ces causes semble avoir été l'énormité de l'impôt dont nous avons frappé l'entrée des raisins secs en France : cette mesure, par cela même qu'elle portait un coup terrible à l'exportation de la Grèce au point de ruiner presque complètement Corinthe et Patras, a subitement modifié les sentiments des habitants à notre égard ; elle paraît avoir ainsi grandement nui aux relations que les acheteurs grecs entretenaient avec nos maisons d'exportation². Les Allemands en ont immédiatement profité : ils se sont empressés d'instituer à Corinthe deux établissements vinicoles³ qui traitent sur place les raisins de la région. Non seulement ils emportent ainsi, à notre détriment, le bénéfice de cette fabrication, mais ils introduisent chez nous, sous forme de vin, le dérivé de ce raisin que l'élévation de nos tarifs avait pour but de retenir hors de nos frontières.

Notre commerce avec la Grèce pourrait se consoler de cet échec si c'était le seul que la concurrence allemande parvenait à lui infliger. Mais l'Allemand est trop habile pour ne pas se répandre là où il a réussi à s'insinuer. Il possède actuellement, dit M. le Consul Pantasopoulos⁴, « des agents dans les principales villes » et « envoie régulièrement des voyageurs visiter les divers négociants et prendre leurs commandes dans les villes où il n'a pas de représentants ». Et il agit ainsi non seulement en Grèce, mais en Turquie et partout. En 1895, notre consul à Salonique écrivait au Ministère des Affaires étrangères :

Parmi ces voyageurs allemands, « il en est un grand nombre qui représentent un groupe de petits industriels de leur pays. Ceux-ci n'ayant pas les moyens d'avoir un agent pour leur propre compte, se sont syndiqués en vue d'assurer le placement de leurs produits, et ces produits, sortis de fabriques généralement situées en province, où la main-d'œuvre est à meilleur marché, se vendent à bas prix et font à nos articles une réelle concurrence ».

Au contraire, nous apprend M. Pantasopoulos, les industriels français n'organisent aucune représentation

collective ni, pour ainsi dire, aucune représentation individuelle ; en Morée, personne, absolument personne, ne visite de leur part les maisons de gros pour les engager aux achats⁵.

C'est là la seconde et, croyons-nous, la principale cause du succès des Allemands et de l'insuccès de nos compatriotes dans cette partie de l'Europe.

La troisième — sorte de riposte de la Grèce à nos tarifs prohibitifs du raisin — consiste dans l'élévation des taxes imposées par le royaume à des marchandises dont la France était antérieurement l'exportateur presque unique : nous voulons parler des *lainages*, des *curs* et des *spécialités pharmaceutiques*.

Outre que notre commerce a subi de ce fait une forte réduction, il a en aussi, depuis quelques années, à lutter contre une concurrence déloyale. Profitant de l'imperfection de la législation hellénique en matière de *marques de fabrique*, les Allemands ont inondé le pays d'une foule d'articles de qualité douteuse, frauduleusement estampillés de marques françaises. Ces articles inférieurs, en même temps qu'ils se substituent aux produits français, les déprécient dans l'esprit des consommateurs⁶. La *Revue* se propose d'acheter en plusieurs villes de Grèce, et aussi à Brousse et à Constantinople, diverses « spécialités » indiquées comme françaises, afin d'en contrôler au retour l'authenticité ; elle serait reconnaissante aux industriels et aux commerçants de la croisière de vouloir bien coopérer avec elle à cette entreprise.

Enfin, nous devons, au cours de notre voyage, observer avec le plus grand soin le goût des habitants en tout ce qui touche aux produits manufacturés, à l'alimentation, au vêtement, à la parure et aux objets domestiques. En 1892, alors que nous n'étions pas aussi distancés qu'à l'heure actuelle par l'Allemagne, M. A. Z. Stéphanopoli, président de la Chambre de Commerce française d'Athènes-Pirée, faisait déjà cette remarque :

On est frappé du peu d'empressement de la fabrication française à faire rechercher ses produits par les consommateurs étrangers. On dirait qu'elle a de la répugnance à modifier ses procédés pour se conformer au goût des populations, dont elle sollicite pourtant la clientèle. Ce fait constitue une cause réelle d'infériorité au point de vue du développement des affaires. Il n'est pas douteux que l'industrie française aurait intérêt — elle que l'on invite tant — à imiter en cela les industries rivales qui s'occupent des moyens d'activer le placement de leurs produits. Celles-ci ne se bornent pas à fabriquer des articles dans le goût — qui n'est pas toujours le bon, mais qui est toujours le plus avantageux — du consommateur ; elles font même d'adroites imitations des articles de nos fabricants qui ont le plus de débit.

Et le même commerçant ajoute :

C'est pour n'avoir voulu apporter aucun changement dans le raffinage du sucre que les fabricants français ont laissé le sucre autrichien s'emparer peu à peu du marché hellénique, d'où il a complètement exclu le nôtre. Il y a moins de vingt ans, la France fournissait à la Grèce pour plusieurs millions de cette denrée. Son importation actuelle est de quelques milliers de francs.

Les économistes qui feront partie de la croisière rendraient service à nos industriels en photographiant systématiquement à chaque escale les types d'objets usuels, de costumes masculins et féminins les plus répandus, et en notant, après visite aux boutiques, la qualité et le prix au détail de chaque article.

Et qu'on ne nous objecte pas qu'il s'agit, en l'espèce, d'un commerce de peu d'importance. Comme le fait observer M. Stéphanopoli,

... Ce n'est pas seulement le marché de la Grèce que notre ignorance ou notre dédain des besoins et des goûts

¹ MAURICE SCHWOB : *Le Danger allemand*, 1 vol. in-8°, Léon Chaillay, éditeur, Paris, 1896.

² En 1891, la Chambre de Commerce française d'Athènes-Pirée, envisageant l'éventualité d'une augmentation de nos tarifs douaniers, en avait signalé le danger à ce point de vue : les raisins alimentant la plus grande partie du commerce d'exportation du royaume hellénique, elle indiquait que l'accroissement de nos taxes d'importation rendrait « difficile, pour ne pas dire impossible, la conclusion d'un traité de commerce entre la France et la Grèce ». *Rapport de 1891 à la Chambre de Commerce française d'Athènes-Pirée.*

³ Nous empruntons cette indication à l'excellent livre de M. Schwob (*Le Danger allemand*), cité ci-dessus.

⁴ C'est encore le *Danger allemand* qui nous fournit ce renseignement.

⁵ *Ibidem.*

⁶ Citation empruntée au *Danger allemand*.

⁷ *Chambre de Commerce française d'Athènes-Pirée* : *Rapport de 1891.*

d'autrui pourrait nous faire perdre; c'est un marché beaucoup plus considérable — celui des autres populations grecques aussi, trois fois plus nombreuses que celles du Royaume — qui pourrait se fermer pour nous, car la Grèce donne, pour ainsi dire, le ton aux contrées où le grec est parlé, c'est-à-dire à la plus large partie du bassin oriental de la Méditerranée¹.

Quelques années seulement nous séparent de la date (1892) à laquelle cet avertissement nous fut donné, et il ne paraît pas que nous en ayons profité. Non seulement en Grèce, mais en Turquie d'Europe et en Turquie d'Asie (Syrie exceptée), la part de la France dans l'importation a continué de diminuer. Si nos vins de Champagne, nos savons, divers articles de notre parfumerie pénètrent encore dans les pays ottomans et y sont même recherchés, par contre nos draps de couleur, nos soies, nos rubans en sont chassés par des draps fabriqués en Bohême, des lainages (tissus Jøger), des soies et des rubans filés et tissés en Allemagne.

Le régime des transports maritimes semble être, indépendamment des causes énumérées ci-dessus, un facteur non négligeable de cette évolution économique. Si l'on jette un coup d'œil sur les services de navigation dans la Méditerranée et la mer Noire, on constate que les navires dont Marseille est le port d'attache dédaignent, en général, de faire escale dans les petites villes côtières où s'arrêtent d'ordinaire beaucoup de bâtiments étrangers. Il en résulte que les marchandises exportées de Marseille n'arrivent directement et rapidement à destination que dans les grandes villes; elles ne parviennent aux petites qu'avec une extrême lenteur, grevées de transbordements et de frais supplémentaires de transport. Au contraire, les lignes de navigation émanées de Trieste — embarcadère des exportations autrichiennes et allemandes — ont été tracées de façon à desservir tous les petits ports, dont, quelle que soit leur situation géographique, les zones d'influence à l'intérieur demeurent isolées. Les produits de l'Autriche et de l'Allemagne se trouvent ainsi assurés d'un transport plus rapide et moins coûteux.

En raison de l'importance de cette question des transports maritimes, la *Revue* fait dresser une carte où seront figurées, avec mention du nombre des navires et du tonnage annuel, les lignes — tant étrangères que françaises — qui desservent la Grèce, les îles de l'Archipel, la Turquie d'Europe et la Turquie d'Asie. A bord, cette carte sera mise à la disposition de tous les touristes.

VII. — INSTRUCTION PUBLIQUE, ENSEIGNEMENT ET DIFFUSION DE LA LANGUE FRANÇAISE.

Tout le monde a entendu parler des efforts des Grecs pour s'instruire. On a cité de curieux exemples de jeunes gens qui, trop pauvres pour entrer dans les écoles, commencent par se placer comme domestiques dans des familles; ils se procurent ainsi la petite

aisance qui leur permettra ensuite de se livrer à l'étude. Une visite aux diverses institutions scientifiques et aux écoles s'imposera donc pendant notre séjour à Athènes. La *Revue* facilitera l'accès de ces établissements à ses voyageurs.

Il en sera de même à Constantinople, où les touristes seront, sans doute, surpris de trouver un enseignement supérieur très développé et très vivant.

Mais, ce qui, en matière d'instruction, devra surtout attirer notre attention et intéresser notre patriotisme, c'est, à plusieurs étapes du voyage, l'enseignement de la langue française. Est-il besoin d'indiquer ici que l'un des meilleurs moyens de répandre parmi les jeunes générations l'influence pacifique et bienfaisante de notre civilisation, c'est de leur faire connaître et aimer notre langue? On sait avec quel succès l'Alliance française s'est employée à cette tâche. Grâce à son caractère de société privée, elle peut agir avec efficacité là où l'Etat serait impuissant, car, entièrement indépendante, elle n'engage jamais que sa propre responsabilité. Elle fonde et entretient des écoles, non seulement dans nos colonies et les pays soumis à notre protectorat, mais aussi chez les nations étrangères, estimant avec raison que c'est là le procédé le plus efficace pour resserrer les liens de sympathie littéraire et morale qui unissent la France aux autres peuples. Dans le Levant et dans les autres contrées qui s'ouvrent à la civilisation, elle seconde les missionnaires français de divers cultes ou les maîtres laïques français, pour la fondation ou l'entretien d'écoles enseignant la langue française.

Et, par cette diffusion de notre langue, elle est certaine d'étendre notre influence morale, de faciliter entre les Français et les étrangers les relations sociales et les rapports commerciaux.

A chaque étape du voyage de la *Revue* « au Pays des Croisés » en septembre dernier, nos touristes ont pu trouver des écoles de l'Alliance française. Il en a été ainsi notamment à Rhodes, à Beyrouth, à Damas, à Jérusalem.

Le programme de notre prochaine croisière permettra aux voyageurs de visiter encore des établissements où l'étude du français est en honneur, spécialement : à Constantinople, le lycée gréco-français, dirigé par M. Hantz; à Brousse, l'école de M. Vellelax.

Le Comité de Constantinople, présidé par M. le baron de Vandœuvre, a une douzaine d'écoles sous son patronage; le Comité de Brousse est dirigé par M. Poirier.

A Athènes et au Pirée, les intérêts de l'Alliance sont confiés à M. Homolle, membre de l'Institut et directeur de l'Ecole française d'Athènes. Nous aurons donc toutes facilités pour étudier dans ces deux villes l'une des institutions qui font le plus d'honneur à notre pays.

Si, comme nous en avons l'espoir, tous les touristes veulent bien s'intéresser à ces questions et, d'une façon générale, s'instruire, en cours de route, de tout ce que peut enseigner l'étude bien conduite des pays visités, notre croisière ne sera inutile ni à leur culture personnelle, ni aux intérêts français.

LA DIRECTION.

¹ A. Z. STÉPHANOPOULI : Nos procédés de fabrication, Athènes, 24 décembre 1892. *Bull. de la Chambre de Commerce française d'Athènes-Pirée.*

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Francesco Brioschi. — Le célèbre mathématicien italien Francesco Brioschi est décédé à Milan le 13 décembre dernier. Il était né dans cette même ville le 22 décembre 1824; il fit ses études à l'Université de Pavie et y fut reçu docteur en 1843. Il y professa de 1852 à 1862 la Mécanique rationnelle et le Calcul différentiel. Il revint plus tard à Milan, et y organisa l'*Istituto tecnico superiore*, dont il est toujours resté directeur.

Brioschi fut mêlé de bonne heure à la vie politique de son pays : élu député en 1861, il devint secrétaire général du Ministère de l'Instruction publique; en 1865, il fut nommé sénateur, et, comme tel, prit une grande part au travail des commissions du budget. Enfin, il a été l'organisateur des chemins de fer en Italie.

L'œuvre mathématique de Brioschi est immense : elle embrasse les diverses branches de l'Analyse, la Géométrie supérieure, l'Algèbre, la Théorie des équations différentielles, des fonctions elliptiques et abéliennes, la Mécanique et la Physique mathématique. Nous ne saurions mieux faire, pour la caractériser, que de reproduire quelques parties du bel hommage que M. Hermite a rendu, dans une récente séance de l'Académie des Sciences, au grand mathématicien italien :

« Je rappelle succinctement, dit M. Hermite, parmi tant de travaux qui honorent sa mémoire : en Géométrie supérieure, ceux qui concernent la théorie des lignes de courbure, les propriétés des surfaces dont les lignes de courbure sont planes ou sphériques, l'intégration de l'équation des lignes géodésiques, les tangentes doubles des lignes du quatrième ordre qui ont un point double; puis, dans le Calcul intégral, un travail sur les équations aux dérivées partielles du second ordre, un autre sur la distinction des maxima et des minima dans le calcul des variations, un Mémoire sur une propriété des équations aux dérivées partielles du premier ordre, qui a été traduit par Boole et inséré dans le *Traité des Equations différentielles* du célèbre géomètre anglais. L'Algèbre a aussi une part considérable dans l'activité scientifique de notre confrère; je citerai les travaux sur les déterminants gauches, l'élimination, la généralisation des propriétés de ces déterminants particuliers sur lesquels se fonde la transformation des fonctions abéliennes de premier ordre, l'interpolation, les fonctions de Sturm.

« Brioschi a été le collaborateur de Sylvester et de Cayley dans la longue élaboration de la théorie des formes à deux ou un nombre quelconque d'indéterminées, qui a été l'une des œuvres mathématiques principales de notre temps. Il serait trop long d'énumérer tous ses écrits sur cette partie importante de l'Analyse, où l'on est frappé par une puissance singulière de calcul, et qui se distingue également par la clarté et l'élégance des méthodes. Mais je ne puis omettre de rappeler cette partie si importante des travaux de notre confrère, où l'Algèbre se joint à la Théorie des fonctions elliptiques et abéliennes, et qui conduisent à la résolution des équations du cinquième et du sixième degré. Son talent s'y montre avec éclat; il jette une complète lumière sur les propriétés cachées de l'équation de Jacobi qui détermine le multiplicateur au moyen du module dans la transformation du cinquième ordre; il donne le secret de la résolution de l'équation du cinquième degré qu'en a tiré Kronecker, et que l'illustre géomètre avait communiquée à notre Académie sans démontrer son beau résultat.

« Pour l'équation du sixième degré, la voie suivie est tout autre. On sort du domaine des fonctions elliptiques et il est fait appel aux transcendentes plus élevées qui naissent de l'inversion des intégrales hyperelliptiques de première classe. On emploie les fonctions de deux

variables analogues à la transcendente Θ de Jacobi, et parmi elles les dix expressions qui, étant des fonctions paires, ne s'évanouissent pas pour des valeurs nulles des arguments. Ce sont ces quantités au moyen desquelles sont représentées les racines et qui donnent la résolution de l'équation du sixième degré, grande et belle découverte qui a été le couronnement de la carrière mathématique de Brioschi. »

La plupart des œuvres de Brioschi ont été publiées dans les *Annali di Matematica*, journal qu'il avait fondé en 1867. — Brioschi était président de l'Académie des Lyncei de Rome, correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, et membre d'un grand nombre de Sociétés savantes d'Europe et d'Amérique.

Friedrich Winnecke. — Un astronome distingué, Friedrich Winnecke, est mort à Bonn le 3 décembre dernier. Né dans la province de Hanovre, où la mémoire de Herschel est toujours vénérée, il se sentit de bonne heure un goût très vif pour l'Astronomie. Il fit ses premières études à Bonn, sous la direction de Argelander; c'est là qu'il effectua une triangulation complète des étoiles du groupe de Praesepe. En 1858, Winnecke quitta Bonn pour Poulkova, où il se livra surtout à l'étude des Comètes, pour laquelle l'Académie des Sciences de Vienne lui décerna un prix. On lui doit aussi un grand nombre de déterminations géodésiques. Enfin il dirigea son attention sur la question, brûlante il y a une quarantaine d'années, de la distance du Soleil. Le premier, il montra l'importance que les observations de la planète Mars peuvent avoir dans la solution de ce problème; les mesures qu'il fit lors de l'opposition de Mars en 1862, lui permirent d'assigner à la parallaxe solaire la valeur de $8''.964$, qui fut confirmée plus tard par Stone.

Winnecke se rendit ensuite à Karlsruhe, puis il fut appelé au nouvel Observatoire de Strasbourg, à l'installation duquel il présida. Mais sa santé, qui avait toujours été mauvaise, déclina rapidement, et bientôt le contraignit au repos. Depuis de longues années, Winnecke avait abandonné ses travaux.

A. Schrauf. — A. Schrauf, professeur de Minéralogie physique à l'Université de Vienne, vient de mourir dans sa soixantième année. Il avait été nommé, en 1861, assistant au département minéralogique du Musée impérial de Vienne, puis conservateur en 1867. Il quitta cette position en 1877 pour prendre possession de la chaire de Minéralogie à l'Université. Schrauf a donné la description et la détermination d'un grand nombre d'espèces minérales nouvelles, mais il s'est surtout occupé des relations entre la structure moléculaire et les propriétés physiques des cristaux; il a publié plusieurs beaux travaux sur ces questions difficiles.

§ 2. — Astronomie

L'éclipse totale de Soleil du 22 janvier 1898. — Une éclipse totale de Soleil, invisible à Paris, a eu lieu le 22 de ce mois. La ligne centrale de l'éclipse, c'est-à-dire la bande de terre d'où l'on pouvait observer la totalité, partait du Congo français pour finir à la pointe orientale de la Sibérie, en traversant l'Etat indépendant du Congo, l'Afrique orientale, l'Inde et la Chine orientale.

La facilité relative qu'avaient les astronomes de s'établir sur la ligne de totalité, surtout dans l'Inde anglaise, a déterminé un grand nombre d'entre eux à se rendre dans cette contrée. Les astronomes anglais dominaient. La mission envoyée par le gouvernement anglais s'est divisée en plusieurs groupes : sir Norman Lockyer observait sur la côte occidentale de l'Inde, à

Viziadurg; les astronomes de l'Observatoire de Madras dirigés par M. Michie Smith, à Ilcrad; le professeur Naeganiwa, à Jeur; les directeurs des Observatoires de Greenwich et d'Oxford, MM. Christie et Turner, s'étaient établis à Solingpou, et M. J.-W. Mares, résident à Darjeeling dans l'Himalaya, observait dans les environs de cette localité. En outre, un grand nombre de membres de la Société Royale d'Astronomie d'Angleterre s'étaient rendus pour leur propre compte à Bombay, d'où ils ont gagné soit Nagpur, soit Buseac, sur la ligne centrale.

M. De Landres, de l'Observatoire de Paris, s'est également rendu aux Indes pour observer l'éclipse. Ajoutons enfin que des astronomes américains, allemands, japonais, parmi lesquels MM. Campbell, Schaeberlé, Todd, etc., se sont établis dans le même pays.

Nous tiendrons nos lecteurs au courant des résultats obtenus par ces divers savants, résultats qui présenteront certainement un haut intérêt si les conditions météorologiques ne sont pas venues troubler l'observation de l'éclipse.

Le spectre des étoiles filantes. — L'Université de Harvard, à Cambridge (Etats-Unis), recueille, depuis plusieurs années, des photographies de spectres stellaires faites, dans toute l'Amérique, avec un spectroscopie particulier, très pratique pour ce genre de recherches. Ces plaques sont examinées par M. Fleming, qui y a trouvé beaucoup de choses intéressantes, parmi lesquelles on signale, tout récemment, le spectre d'une étoile filante; c'est la première fois que semblable photographie est obtenue. Voici, d'après *Ciel et Terre*, quelques renseignements à ce sujet :

La plaque a été obtenue, le 18 juin dernier, vers onze heures du soir, à l'Observatoire d'Arequipa; un météore d'un grand éclat et partant de la constellation du Télescopie passa devant le spectroscopie et eut ainsi son spectre photographié.

Ce spectre consiste en six raies brillantes, dont l'intensité varie dans les différentes parties de la photographie; on en déduit que la lumière du météore variait en même temps que son image passait devant la plaque. Les longueurs d'onde approchées de ces raies sont : 3,934, 4,121, 4,195, 4,344, 4,636 et 4,857, et leurs intensités respectives peuvent être exprimées approximativement comme suit : 40, 100, 2, 43, 10 et 10.

Les première, deuxième, quatrième et sixième de ces raies sont probablement identiques aux raies de l'hydrogène H₂, H₂, H₂ et H₂. De ces quatre raies, dans le spectre du météore, H₂ est la plus intense. Le même cas se présente pour C₂ et pour plusieurs autres étoiles variables à longue période.

Les constatations qui précèdent conduisent à cette conclusion que les météores offrent une grande ressemblance avec les étoiles ayant des lignes brillantes dans leur spectre, et elles peuvent aider à la détermination des conditions de température et de pression dans ces corps. Il serait du plus haut intérêt de pouvoir multiplier ces photographies de spectres météoriques.

§ 3. — Physique

Une pile-étalon au cadmium. — Dans un récent mémoire¹, MM. R. Wachsmuth et W. Jaeger recommandent une nouvelle pile, semblable à la forme en H de l'élément Latimer-Clark. Ses deux tubes verticaux sont munis de deux électrodes de platine scellées dans le verre. L'électrode négative est recouverte d'un amalgame de cadmium, composé d'une partie de cadmium pour six parties de mercure. L'amalgame est recouvert lui-même par une couche de cristaux de sulfate de cadmium. L'électrode positive plonge dans un bain de mercure pur, surmonté d'une couche de sulfate mercurieux trituré avec du mercure. Le reste des deux tubes verticaux et la branche horizontale sont

remplis d'une solution saturée de sulfate de cadmium; les tubes sont fermés d'abord au moyen d'une couche de paraffine, puis d'une rondelle de liège recouverte de cire à cacheter.

La force électromotrice de cet élément à 20° C. est de 1,019 volt international; son coefficient de température est presque vingt fois plus faible que celui de l'élément Latimer-Clark. La force électromotrice E_t à la température t est donnée par la formule suivante où E_{20} est la force électromotrice à 20° C :

$$E_t = E_{20} - 3,8 \times 10^{-3} (t - 20) - 0,065 \times 10^{-5} (t - 20)^2.$$

Cette formule est très exacte entre 5° et 25° C.; entre 0° et 5°, plusieurs piles ont donné une force électromotrice supérieure à celle qu'indique le calcul. Lorsqu'un élément est troublé après avoir été porté à des températures extrêmes, il recouvre sa force électromotrice normale si on le maintient pendant quelque temps à 16° ou 17°. Cet élément est très constant; des piles en observation depuis juillet 1894 ont à peine varié d'un dix millièmes.

Les auteurs ajoutent quelques instructions spéciales sur le montage de l'élément. L'amalgame de cadmium s'obtient en chauffant du mercure pur avec du cadmium du commerce. Il est solide à la température ordinaire; on l'introduit par petits morceaux dans l'un des tubes et on les fond ensuite au bain de sable.

Le sulfate de cadmium du commerce est assez pur, mais généralement acide. Il faut le faire digérer avec de l'hydrate de cadmium, mais, comme il pourrait s'être formé des sels basiques, on le chauffe ensuite avec du sulfate mercurieux et on le filtre.

Le sulfate mercurieux doit être soigneusement lavé jusqu'à ce que l'eau qui passe se colore en jaune par suite de la formation d'un sel basique.

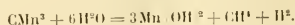
§ 4. — Chimie

Action du carbure de calcium sur les oxydes métalliques. — Dans une note présentée récemment à l'Académie des Sciences¹, M. H. Moissan a décrit des réactions intéressantes du carbure de calcium avec les oxydes métalliques. On sait que ce corps se conduit comme un réducteur énergique. Il peut fournir, grâce à cette propriété, de nouveaux composés par double réaction, mais à la condition d'être mis au contact de corps liquides ou d'être amené lui-même à l'état de fusion. L'expérience suivante en donne un exemple :

Si l'on chauffe au four électrique un mélange à parties égales d'alumine et de carbure de calcium, on obtient un culot fondu présentant une cassure cristalline très nette. On peut distinguer à l'œil nu, dans cette matière fondue, de grandes lamelles jaunes du carbure d'aluminium (2Al), mélangées de cristaux de carbure de calcium. Il est facile de mettre en évidence l'existence de ce carbure d'aluminium en décomposant le tout par l'eau; l'excès de carbure de calcium est détruit rapidement avec dégagement d'acétylène, puis la décomposition lente des paillettes jaunes produit du gaz méthane. Or, c'est là le plus important des caractères du carbure d'aluminium.

Cette expérience établit donc que le carbure de calcium en fusion décompose l'alumine avec formation de carbure d'aluminium et de chaux; cette chaux est ensuite ramené à l'état de carbure par le charbon du creuset.

Cette réaction est générale et s'étend à un grand nombre d'oxydes. Avec l'oxyde de manganèse Mn²O₃, on obtient du carbure de manganèse en globules fondus, qui réagit sur l'eau suivant l'équation :



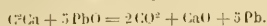
Le sesquioxyde de chrome donne un carbure Cr²Cr³;

¹ *Annalen der Physik und Chemie*, vol. LIX, page 575.

¹ *C. R. de l'Ac. des Sc.*, t. CXXV, n° 22.

l'oxyde de molybdène MoO_3 , un carbure Mo^{C} . L'acide tungstique et l'acide titanique réagissent également avec le carbure de calcium en fusion. Enfin, la silice elle-même donne du silicure de carbone ou carborundum.

Par contre, si l'on chauffe au four Perrot 100 grammes de litharge et 6 grammes de carbure de calcium, on obtient un culot de plomb de 65 grammes et une scorie renfermant encore du métal disséminé dans la masse. La réaction a lieu suivant l'équation suivante :



Le carbure de calcium agit encore ici comme réducteur ; mais, comme le plomb ne fournit pas de carbure, le métal seul est mis en liberté. Avec l'oxyde de bismuth et l'oxyde d'étain, on obtient également du bismuth et de l'étain métallique.

En résumé, le carbure de calcium en fusion réagit avec énergie sur les oxydes. Si le métal ne s'unit pas au carbone, comme le plomb, l'étain et le bismuth, il est mis en liberté et, dès lors, il peut être séparé ou il peut se combiner aux corps présents suivant les conditions de l'expérience.

Si le métal ou le métalloïde de l'oxyde peut se carburer, il se produit avec le carbure de calcium fondu une double décomposition donnant naissance à un carbure métallique et à de la chaux.

Quelques-unes de ces réactions sont susceptibles d'entrer dans la pratique industrielle.

Une nouvelle application du four électrique. — Dans le but d'augmenter le rendement, Wöhler avait proposé autrefois de chauffer directement le phosphate tricalcique avec du charbon en présence de sable siliceux, pour obtenir le phosphore ; la silice met en liberté l'acide phosphorique, qui se trouve ainsi réduit par le charbon. Ce procédé n'avait pas été employé jusqu'ici, car il exige une température très élevée, et les vases ne résistent pas à l'action destructive du mélange.

La même méthode a été reprise, il y a quelques années, dans une usine anglaise, en utilisant comme source de chaleur l'arc électrique. On a constaté que l'alumine peut être substituée à la silice, et, par une étude minutieuse des conditions de la réaction, on a pu obtenir un produit d'une pureté remarquable. L'une des plus grandes difficultés à vaincre a été la condensation des vapeurs de phosphore. Le mélange est introduit dans un four électrique hermétiquement clos, qui ne laisse passer que les vapeurs du métalloïde, lesquelles se rendent dans un récipient rempli d'eau. D'après une communication faite par le Dr Liemann, de Francfort, au quatrième Congrès de la Société électrochimique allemande, tenu récemment à Munich, on obtiendrait un rendement de 86 % par rapport au phosphore existant, et la production actuelle, par le four électrique, correspondrait à la consommation de l'Angleterre. Des essais sont poursuivis en France et en Allemagne. Les Allemands, qui achètent en Angleterre du phosphore pour une valeur moyenne d'environ 1.300.000 francs, cherchent à supprimer cette importation anglaise et à fabriquer le phosphore chez eux par la nouvelle méthode. Il importe que les fabricants français ne se désintéressent pas du mouvement commercial qui peut résulter de l'introduction du nouveau procédé. L'exportation française paraît d'ailleurs diminuer régulièrement chaque année :

	EXPORTATION	
	1895	1896
Phosphore blanc . .	330.345 kilogs.	349.400 kilogs.
— rouge . .	54.569 —	27.300 —
	384.914 kilogs.	376.700 kilogs.

Pour le premier semestre de 1897, comparé à la même

période des années précédentes, on a les valeurs suivantes :

	1894	1896	1897
Phosphore total .	136.500 kil.	121.400 kil.	108.700 kil.

L'importation fournie par la statistique des douanes ne s'élève qu'à quelques centaines de kilos ; mais il faut tenir compte, en outre, de la grande quantité de phosphore qui pénètre frauduleusement en France et est employée à la fabrication des allumettes de contrebande.

Camille Matignon,
Maître de Conférences de Chimie
à l'Université de Lille.

§ 5. — Biologie

L'influence des basses températures sur le pouvoir germinatif des graines. — La condition du protoplasma dans les graines en repos a depuis longtemps attiré l'attention des biologistes. Deux hypothèses ont été émises. Pour les uns, l'inertie du protoplasma n'est qu'apparente ; la vie des cellules n'est pas arrêtée ; elle continue de se manifester par des échanges gazeux, faibles, presque imperceptibles, avec l'atmosphère ambiante. Si cette respiration vient à être arrêtée, il se produit encore des modifications internes dues aux réactions de certains constituants du protoplasma, réactions indépendantes du milieu extérieur et qu'on a qualifiées du terme vague de respiration intramoléculaire. Pour les autres, tout métabolisme est aboli à l'intérieur des cellules ; le protoplasma est complètement endormi, mais prêt à se réveiller dès que les circonstances extérieures deviendront favorables.

Bien que de nombreuses expériences aient été faites à ce sujet, la question semblait demeurée sans solution. Deux savants anglais, dont nous allons indiquer la méthode et les conclusions, viennent de reprendre cette étude. Pour en bien saisir la difficulté, il faut se rappeler les obstacles auxquels des hommes tels que Romanes et C. de Candolle s'étaient auparavant heurtés.

Romanes prenait des graines de plantes variées, les plaçait dans des tubes de verre et les soumettait à un vide de un millionième d'atmosphère pendant une période de quinze mois. D'autres graines, n'ayant séjourné que trois mois dans le vide, étaient ensuite placées, pendant une année, dans des tubes renfermant respectivement de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'azote, de l'oxyde de carbone, de l'anhydride carbonique, de l'hydrogène sulfuré, de la vapeur d'eau, de la vapeur d'éther et de chloroforme. Or ces graines, ensemencées, germèrent aussi bien que des graines ordinaires du même âge, prises comme témoins.

Les expériences de Romanes nous montrent donc que des graines, soumises pendant longtemps à des conditions qui excluent toute idée de respiration extérieure telle que nous la concevons ordinairement, n'ont rien perdu de leur pouvoir germinatif ; mais elles n'infirmant pas la possibilité de réactions internes, de respiration intra-moléculaire.

De son côté, le botaniste C. de Candolle, parlant de ce fait que les températures de plus en plus basses ralentissent d'abord, puis finissent par arrêter complètement les réactions chimiques, avait, en 1879, avec la collaboration de M. R. Pictet, soumis des graines à des températures variant de -39° à -80° C., pendant six heures, sans les faire périr.

Les mêmes expériences furent répétées, en 1884, à -100° C., pendant quatre jours, et de nouveau sans résultat. Enfin, en 1895, des graines soumises pendant 118 jours à une température variant de -37° à -53° C. conservèrent presque intégralement leur pouvoir germinatif. C. de Candolle en conclut que le protoplasma des graines mûres passe, au bout d'un certain temps, dans un état d'inertie complète, où il est incapable de respirer et d'assimiler, et pendant lequel il peut être soumis, sans aucun détriment pour sa reviviscence, à de grands abaissements de température.

Il importait, pour dissiper tous les doutes, de recourir aux grands froids auxquels on sait maintenant que toute réaction chimique est impossible. C'est ce que viennent de faire M. Horace T. Brown, membre de la Société Royale de Londres, et M. F. Escombe, membre de la Société Linnéenne anglaise. Ces savants ont voulu opérer sur un plus grand nombre d'espèces de graines et ils ont utilisé, dans le laboratoire du Professeur Dewar, les immenses progrès que l'on a faits en ces dernières années dans la production des basses températures.

Les graines expérimentées sont celles des plantes suivantes : *Hordeum distichon*, *Avena sativa*, *Cucurbita pepo*, *Cyclanthera explodens*, *Lotus tetragonolobus*, *Pisum sativum*, *Trigonella farnum grecum*, *Impatiens balsamina*, *Helianthus annuus*, *Heracleum villosum*, *Convolvulus tricolor*, *Fuchsia sieboldiana*, représentant les familles des Graminées, Cucurbitacées, Légumineuses, Géraniacées, Composées, Ombellifères, Convolvulacées et Liliacées. Ces graines sont, les unes endospermes, les autres exospermes; les matériaux de réserve y sont constitués soit par de l'amidon, soit par de l'huile ou du mucilage.

Les graines furent d'abord séchées à l'air; elles ne contenaient plus ensuite que 10 à 12 % d'humidité. Elles furent placées dans de minces tubes de verre, refroidis lentement, puis finalement immergés dans de l'air liquide, dont l'évaporation lente produisit, pendant 110 heures consécutives, une température variant de -183° à -192° C. Elles furent ensuite soigneusement et lentement dégelées; l'opération dura cinquante heures. Puis elles furent ensémencées avec d'autres graines servant de témoins. Les pouvoirs germinatifs ne montrèrent pas de différence appréciable, et les plantes obtenues, qui arrivèrent presque toutes à maturité, présentèrent une égale vitalité.

Aux basses températures que nous venons d'indiquer, toute oxydation, toute réaction chimique s'arrêtaient. On doit donc considérer le protoplasme des graines en repos comme placé dans un état absolument inerte, dépourvu de toute trace d'activité métabolique, mais conservant cependant le potentiel vital. Cet état a été justement comparé par C. de Candolle à celui d'un mélange explosif, dont les constituants réagissent dans de certaines conditions de température, mais peuvent rester indéfiniment en contact sans se combiner si ces conditions ne sont pas réalisées.

De quelle manière le protoplasme en repos diffère-t-il du protoplasme ordinaire? Nous n'en savons rien. Cependant le phénomène de la dessiccation et de la reviviscence des Rotifères, et les récentes expériences de Van Eyrck sur la germination discontinuée nous montrent que le protoplasme ordinaire peut passer, par un traitement approprié, à l'état de « repos ». C'est dans cette voie que devra dorénavant se porter la recherche.

L'Intermédiaire des Biologistes. — Nous sommes heureux d'annoncer l'apparition récente d'une importante publication, *L'Intermédiaire des Biologistes*, dirigée par nos distingués collaborateurs MM. Alfred Binet et Victor Henry, avec le concours d'un Comité de rédacteurs composé de MM. Chauveau, Marey, François-Franck, Delage, Gley, Metchnikoff, Richel, Baldwin, Ramon y Cajal, Clans, Forel, Frederiq, Mosso, Sherrington, Strassburger, etc.

Le but du nouveau recueil est de créer un lien entre les biologistes de tous les pays, de les mettre en relation continue les uns avec les autres, et de faire du journal l'organe de leurs intérêts généraux et permanents. Pour cela *L'Intermédiaire des Biologistes* a l'intention de fournir aux biologistes une série de renseignements de nature à les intéresser. Ces renseignements

sont de diverses espèces; ce sont principalement : les demandes et réponses, et la reproduction des sommaires des revues.

Le journal publiera, au fur et à mesure qu'elles lui parviendront, les demandes qui lui seront adressées relativement à des problèmes scientifiques ou à des questions de bibliographie; il insérera également, dans le plus bref délai, les réponses que ses lecteurs feront à ces demandes. Ce système, qui a déjà fonctionné partiellement dans diverses revues, est capable de rendre de grands services aux travailleurs, souvent arrêtés, au cours d'une investigation scientifique, par un moment d'ignorance. Quant à la reproduction des sommaires des revues biologiques, il n'est pas nécessaire d'insister sur l'intérêt majeur qu'elle offre au savant d'aujourd'hui.

A ces deux parties principales s'ajoutera une troisième, qui n'est pas destinée à recevoir une grande extension, et qui comprendra, dans chaque numéro, un article court sur une question nouvelle.

§ 6. — Universités et Concours

Élections au Collège de France et au Muséum. — Nos lecteurs ont sans doute appris deux élections dont la *Revue* a particulièrement droit de se réjouir : M. Henri Le Châtelier, ingénieur en chef des Mines, a été élu professeur de Chimie au Collège de France en remplacement du très regretté Schutzenberger; M. Léon Maquenne, Docteur ès sciences, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris, a été nommé professeur de Physique végétale au Muséum, en remplacement de Georges Ville.

Ces élections font honneur aux deux grands établissements scientifiques qui ont porté leur choix sur ces savants.

Élection à l'Institut. — Nous avons le plaisir d'annoncer à nos lecteurs que l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres vient d'être membre correspondant, M. Ch. Diehl, professeur à l'Université de Nancy, qui a dirigé en Syrie et Palestine le récent voyage d'étude de la *Revue* au « Pays des Croisés ».

La Médaille Sylvester. — Depuis quelques mois, d'actives démarches ont été entreprises en vue de perpétuer la mémoire du Professeur Sylvester d'une manière digne de sa gloire. Ce mouvement a abouti à la formation d'un Comité international composé comme suit : pour la France, de MM. Hermite, Poincaré, Jordan et Darboux; pour l'Allemagne, de MM. Schwartz, Klein, Fuchs, Gordan et Lindemann; pour l'Italie, de MM. Brioschi (décédé depuis) et Cremona; pour la Suède, de M. Mittag-Leffler; pour l'Amérique, de MM. Newcomb et Gibbs; enfin, pour l'Angleterre, de Lord Kelvin et de MM. Tait, Mac-Mahon, Forsyth, Greenhill et Henrici. Lord Rothschild a accepté la mission de trésorier général et M. Moldola celle de secrétaire.

Le Comité s'occupe de recevoir les souscriptions des mathématiciens et des amis du grand savant anglais. Le chiffre de ces souscriptions s'élève jusqu'à présent à plus de 15.000 francs. La somme recueillie servira à fonder une médaille, dite *Médaille Sylvester*, destinée à encourager les recherches mathématiques. Cette médaille sera probablement décernée, tous les trois ans, par le Conseil de la Société Royale de Londres, sans distinction de nationalité.

* *L'Intermédiaire des Biologistes* paraît deux fois par mois depuis le 5 novembre à la librairie Schleicher frères, 31, rue des Saints-Pères.

LE PROBLÈME DE LA TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE A DISTANCE

PAR LES MILIEUX NATURELS,

A PROPOS DES RÉCENTS ESSAIS DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Les journaux quotidiens annonçaient, il y a quelques mois, qu'un jeune savant italien, travaillant en Angleterre, venait d'obtenir des résultats admirables : la télégraphie sans fil était un problème désormais résolu, et les appareils construits fonctionnaient dans les meilleures conditions pratiques.

L'enthousiasme, un peu méridional, suscité au delà des Alpes par ces expériences, parut plutôt, de prime abord, pour le public, nombreux aujourd'hui, qui se tient avec quelque compétence au courant du mouvement scientifique, une cause de légère défiance, et il ne fut, ce public, qu'assez médiocrement intéressé par les premiers articles consacrés à la question, articles qui, d'ailleurs, restaient muets sur le procédé employé.

Des personnes, mal renseignées, au reste, crurent que M. Marconi s'était contenté d'apporter des perfectionnements à des expériences anciennement tentées, comme celles de Trowbridge, ou, plus récemment, comme celles de Stevenson ou de Preece, qui purent transmettre des signaux à grande distance en utilisant la conductibilité électrique de la terre ou de la mer; on rappela, à ce propos, les essais tentés dans cette voie, avec une ardeur patriotique digne d'admiration, durant les longs jours du siège de Paris, par des hommes comme Desains, d'Almeida et Bourbouze.

D'autres, mieux informés, pensèrent que — comme l'avaient déjà proposé divers savants, M. Preece, l'éminent directeur du Service Télégraphique en Angleterre, par exemple — le physicien italien avait dû appliquer avec bonheur les découvertes de Hertz, et qu'il était parvenu à faire servir les oscillations électriques à l'établissement de communications à distance¹.

Bientôt le système Marconi fut décrit dans diverses revues² et l'on apprit que le principe était bien tel qu'on le soupçonnait; il sembla même que fort peu de choses nouvelles avaient été ajoutées aux résultats obtenus dans ces dernières années par divers expérimentateurs. L'appareil producteur des ondes était l'oscillateur de Righi, le récepteur était celui déjà employé par M. Bose, après les

travaux de Lodge qui, le premier, avait utilisé pour déceler les ondes électriques la belle découverte faite depuis plusieurs années par un très ingénieux physicien français, M. Branly; et, enfin, la disposition générale ressemblait presque entièrement à celle qu'avait établie en 1895 M. Popoff à l'Institut forestier de Saint-Petersbourg pour étudier la marche des orages.

Les physiciens qui jugèrent ainsi un peu sommairement les travaux de M. Marconi, n'étaient peut-être pas tout à fait dans le vrai; on ne saurait douter que le jeune savant n'ait apporté une part très personnelle à la solution du problème qu'il s'était posé: il a eu le mérite, qui n'est point négligeable, de combiner avec adresse les dispositifs les plus favorables, connus auparavant si l'on veut, mais épars avant ses recherches; et enfin il a réussi le premier à montrer, par les résultats obtenus, que les ondes électriques peuvent se propager et être recueillies jusqu'à des distances très considérables, qui jamais encore n'avaient été atteintes.

Ces expériences sont venues à l'heure précise où l'évolution des idées scientifiques devait nécessairement les faire naître; les découvertes de Hertz, actuellement contrôlées dans tous les laboratoires, entrées définitivement dans le solide domaine de nos connaissances les plus certaines, vont porter les fruits attendus. Les nouvelles manières de voir qu'elles nous imposent ont leurs conséquences pratiques aussi bien que leur influence sur la théorie, et logiquement, nécessairement, l'industrie elle-même devra s'emparer bientôt de certains résultats.

A ce titre encore les travaux de M. Marconi ont une grande portée, et, de même que le télégraphe électrique est venu à l'avant-garde presque aussitôt après la découverte de l'aimantation par les courants, précédant les multiples applications de ce phénomène fondamental qui bientôt allaient surgir de tous côtés, de même la télégraphie sans fil, presque résolue, nous annonce peut-être une nouvelle manière générale d'utiliser et de transmettre l'énergie. On trouvera sans doute quelque intérêt à examiner, d'une façon synthétique, une question si importante, en jetant sur elle, du point de vue nouveau où toutes les récentes découvertes nous permettent de nous placer, un très rapide coup d'œil d'ensemble.

¹ Voyez à ce sujet notre Revue annuelle de Physique dans la *Revue générale des Sciences* du 30 mai 1897.

² Voir *Revue générale des Sciences* du 30 juillet 1897.

I

Dans toute sa généralité, le problème qui se pose est le problème de la transmission de l'énergie à distance, problème si vaste qu'il touche par quelque point à tous les phénomènes physiques et que la solution complète ne pourrait être acquise que si toutes les lois de la production et des transformations de l'énergie étaient définitivement connues.

Quel que soit le système employé, une transmission d'énergie exige trois organes, qui apparaissent tous trois d'une nécessité absolue : le producteur, le récepteur et, entre les deux, la ligne de communication ; cette ligne est d'ordinaire la partie la plus coûteuse, la plus difficile à établir, celle d'ailleurs où fatalement se produiront des pertes sensibles d'énergie, aux dépens du bon rendement. Et cependant, nos idées actuelles nous font considérer la ligne comme impossible à supprimer, plus encore qu'autrefois, car si nous nous sommes définitivement débarrassés de la conception des actions à distance, il nous est devenu inconcevable que de l'énergie puisse être communiquée d'un point à un autre, sans être transportée par quelque milieu intermédiaire.

Il serait intéressant, mais hors du sujet où nous voulons demeurer, d'esquisser l'histoire des procédés employés par les hommes pour utiliser en un endroit l'énergie produite en un autre ; il faudrait évoquer le souvenir des premiers appareils à tiges, remplacés par les courroies de transmission, montrer l'énorme progrès accompli le jour où l'énergie électrique a pu être utilisée comme précieux intermédiaire, et décrire les premiers essais de transport électrique pour arriver jusqu'aux transmissions actuelles à courants polyphasés. Mais l'idée à laquelle nous voulons ici plus particulièrement nous attacher est l'idée de remplacer, comme organe de transmission, la ligne artificielle par le milieu ou par une partie du milieu qui sépare nécessairement les deux stations entre lesquelles doit se faire l'échange d'énergie.

Si — et, pour le moment, on peut borner à ce cas des ambitions déjà grandes en vérité — les deux postes sont situés en deux points de la terre, entre eux se trouvent d'abord des milieux matériels, l'air, puis la terre ou l'eau.

Des essais fort heureux prouvent que l'eau — particulièrement la mer — pourra avantageusement être utilisée pour une transmission électrique, et les expériences que nous avons citées au début de cet article, ont définitivement montré que le problème est susceptible d'une solution satisfaisante, dans le cas au moins où il ne s'agit que de transmettre l'énergie mécanique suffisante pour actionner un signal. Nous n'insisterons point sur cette pre-

mière manière de faire ; rappelons seulement un principe qui trouve ici son application. On démontre aisément que la résistance électrique d'un milieu homogène supposé indéfini et où l'on amènerait un courant par des électrodes sphériques, maintenues à des potentiels égaux en valeur absolue et de signes contraires, est indépendante de la distance de ces électrodes. Ce théorème fait comprendre qu'un courant puisse être transmis par la mer à grande distance sans déperdition trop considérable.

On peut aussi songer à utiliser comme transmetteur, comme véhicule, l'air lui-même, non point certes en recourant à l'intermédiaire de l'énergie électrique. Les propriétés isolantes de l'air s'opposeraient à un tel usage, ses propriétés mécaniques le rendent précieux au contraire pour d'autres procédés.

Dans un endroit clos, l'air transmettrait facilement la pression ; on sait les services que rend aujourd'hui l'air comprimé. Malheureusement les deux points que l'on se proposera de relier seront, en général, à l'air libre et l'on ne pourra songer à appliquer un pareil mode de transmission ; en revanche, un autre mécanisme nous apparaît comme possible, et, si nous sommes amenés à le considérer, ce mécanisme, logiquement après l'autre, il a cependant été employé, inconsciemment sans doute, depuis la plus haute antiquité. Je veux parler de la transmission d'énergie mécanique par le mouvement vibratoire de l'air, autrement dit, tout simplement de la propagation du son.

Peut-être n'est-il point inutile d'examiner rapidement cette question, car des analogies naturelles nous permettent d'avoir une intelligence plus claire des phénomènes qui se produisent dans les méthodes nouvelles auxquelles nous conduira par la suite la marche suivie dans cette exposition.

Le mécanisme de la transmission du son est bien connu : l'air élastique mis en vibration au contact du corps matériel producteur de l'énergie entre lui-même en vibration ; cette vibration, transmise de proche en proche, peut être recueillie par l'oreille, mais mieux encore par un résonnateur. Pour que l'énergie ne se dissipe point en route, il faudrait que tout le mécanisme de la transmission se ramènât au remplacement réciproque d'une énergie cinétique par une énergie élastique, et que, par suite, aucun mouvement calorifique ne se produisît dans l'air transmetteur. Malheureusement il n'en est rien, et, quelques précautions que l'on prenne, la quantité d'énergie qui disparaîtra sous forme de chaleur sera rapidement considérable ; il est bien clair, d'autre part, que, même en dehors de cette cause, la quantité d'énergie qui arrivera sur une surface donnée sera d'autant plus petite que cette surface sera plus loin de la source.

Remarquons ici que cette quantité ne décroît pas, comme le ferait croire un raisonnement élémentaire, simplement en raison inverse du carré de la distance; ce raisonnement suppose en effet que l'énergie cinétique se transmet d'une couche à l'autre, hypothèse rigoureuse seulement pour d'assez grandes valeurs de la distance; pour de plus petites valeurs au contraire, la rapidité du décroissement dépend de la longueur d'onde: elle est plus considérable pour les vibrations lentes que pour les vibrations rapides; en d'autres termes, les sons les plus graves s'affaiblissent plus vite que les sons aigus.

Pour recueillir l'énergie transmise par l'onde sonore, il conviendra, en principe, de se servir d'un résonnateur; rappelons, sur cet exemple, en quoi consiste le phénomène de la résonance. Quand un corps a été mis en vibration, si aucun effet autre ne venait à se produire, s'il n'y avait pas de *frottement*, pas dégagement de chaleur, si, par exemple, le corps avait été mis dans le vide absolu, soustrait à toute action extérieure, son énergie vibratoire demeurerait constante et il n'y aurait rien à lui fournir pour entretenir son mouvement. Vient-on alors à faire agir sur lui une force variant périodiquement d'intensité, ou bien cette force aura la même période que la période propre de ce corps, et alors l'énergie vibratoire croîtra de plus en plus: l'amplitude de la vibration augmentera; ou bien, elle sera de période différente, et, dans ce cas, le corps entrera dans un état de vibration forcée qui correspondra à l'absorption d'une certaine quantité d'énergie: l'amplitude de la vibration ne croîtra pas.

Ce sont précisément ces deux manières d'être que nous rencontrons quand l'air est mis en vibration. Tous les corps frappés par les ondes sonores tendent à entrer en vibration, mais les uns prennent une vibration forcée, un mouvement insignifiant par suite; les autres, au contraire, dont la période propre est la même que celle de l'air, acquièrent une amplitude notable; seuls ils vibrent d'une façon sensible, seuls ils prennent une énergie vibratoire: ce sont les résonnateurs, les récepteurs utilisables.

La propagation du son est un modèle précieux, mais, en vérité, elle ne saurait guère être citée qu'à titre d'exemple; ne s'agit-il même que de la transmission d'un signal, les vibrations de l'air ne conduiraient qu'à des résultats fort médiocres: les pertes d'énergie sont considérables: le vent, la réfraction viennent troubler la propagation, et, aussi bien, la vitesse de transmission n'est pas assez grande.

Peut-être peut-on espérer mieux en s'adressant à un autre intermédiaire; la Physique moderne nous amène à considérer qu'entre deux points, en

dehors du milieu matériel qui les peut séparer, il existe un autre milieu élastique plus subtil, pénétrant partout, conservant son élasticité dans un grand nombre de corps: l'éther lumineux; et l'on ne saurait douter qu'il est, cet éther, fort capable de transporter de l'énergie. N'est-ce point dire une vérité banale aujourd'hui que d'exposer comment l'immense majorité de l'énergie dont nous pouvons disposer sur la terre nous est envoyée par le Soleil, et cette énergie qui commande les mouvements de l'atmosphère, qui produit les chutes d'eau, qui nous fournit le charbon au dépens de l'acide carbonique, ne nous arrive-t-elle point en quantité énorme, d'une distance considérable, transmise par cet éther, auquel, peut-être, malgré notre impuissance de reproduire des phénomènes aussi grandioses, nous pouvons cependant demander de plus modestes services?

II

Si, sans discuter sa nature, nous admettons que l'éther possède des propriétés mécaniques semblables à celles d'un corps élastique, il apparaît de prime abord que, par son intermédiaire, deux modes différents de transmission de l'énergie sont possibles: on aura recours soit à une impulsion unique, soit, au contraire, à une série d'oscillations.

Dans les conceptions actuelles, les phénomènes d'induction électrostatique se rattachent peut-être au premier cas; certes, dans l'idée de Maxwell, le déplacement électrique ne saurait être considéré comme un simple changement de position des molécules de l'éther; mais, sans entrer ici dans une question bien souvent débattue, nous pouvons néanmoins dire que nous sommes amenés à rappeler que les phénomènes d'influence électrique peuvent en principe servir à transmettre à travers les diélectriques une quantité appréciable d'énergie; les distances ainsi franchies resteront toutefois pratiquement bien faibles et le moyen est purement théorique.

Peut-être d'autres faits sont-ils attribuables à la possibilité de donner à l'éther une sorte d'ébranlement; l'illustre physicien Stokes émettait tout récemment cette idée que les rayons de Röntgen pouvaient être compris comme dus à une succession d'ondulations simples, ne possédant, par suite, aucune des propriétés liées à la périodicité. Si cette intéressante hypothèse se confirmait par la suite, nous devrions, d'ailleurs, en conclure qu'un tel mécanisme serait impropre à transmettre l'énergie d'une façon utile; on sait bien, en effet, que tous les milieux absorbent avec une grande intensité les rayons X, et tout au plus pourrait-on imaginer des systèmes mixtes où les rayons seraient employés comme des relais permettant de franchir de courts

obstacles, infranchissables pour les ondulations périodiques.

Ce sont ces vibrations, malheureusement arrêtées par les corps opaques, qui peuvent, en revanche, servir à des transmissions commodes à travers l'air; quand la période est suffisamment courte, on a affaire, on le sait, à des ondulations lumineuses. Depuis la plus haute antiquité, on a utilisé la propagation de la lumière pour établir une communication entre deux points de la terre; et les hommes ont songé à ce moyen bien avant de se poser une question quelconque sur la nature des phénomènes lumineux; mais ce sont les découvertes et les théories modernes qui ont conduit aux progrès réalisés de nos jours par la télégraphie optique. Les difficultés que la pratique et le bon sens peuvent d'ailleurs signaler se comprennent et s'évitent mieux quand le raisonnement en fait connaître la cause.

Les obstacles rencontrés dans cette transmission sont prévus par nos idées sur la constitution de l'éther. Tout d'abord, la propagation rectiligne rendra difficile une communication entre deux points un peu éloignés; si les phénomènes de réfraction atmosphérique viennent troubler cette propagation, ces troubles accidentels ne pourront être prévus et utilisés; ils seront un inconvénient de plus. L'éther qui se trouve entre les deux stations, ne conserve, d'ailleurs, pas partout une parfaite élasticité, et l'énergie ne se transmettra que très mal à travers la vapeur d'eau et l'acide carbonique; lorsque l'éther sera mis en mouvement oscillatoire dans ces gaz par les lumières qu'ils seraient eux-mêmes capables d'émettre, les vibrations communiqueront aux corps leur force vive, qui sera absorbée pour se dissiper ensuite dans tous les sens. De toutes récentes expériences, faites par M. Schultze dans la Forêt Noire, montrent que les poussières atmosphériques, particulièrement les particules de charbon, toujours très répandues dans l'air, s'opposent aussi d'une façon très appréciable à la propagation de la lumière.

Il ne semble pas, d'ailleurs, qu'il soit en notre pouvoir de transmettre par ce moyen de grandes quantités d'énergie; les lumières que nous produisons artificiellement correspondent à des quantités très faibles; les radiations de grande longueur d'onde qui en possèdent davantage, sont précisément celles dont l'absorption rendra l'emploi impossible. Des raisons théoriques prouvent bien que l'énergie vibratoire des sources lumineuses ne saurait être grande, car l'amplitude est excessivement petite, même par rapport aux longueurs d'onde si petites elles-mêmes. Si l'amplitude des vibrations, en effet, prenait une valeur notable par rapport à la longueur d'onde moyenne, la vitesse de propa-

gation devrait croître avec cette amplitude, et, malgré de curieuses expériences de M. Muller qui établissent que la vitesse de la lumière change un peu avec l'intensité, nous sommes obligés d'admettre que, pour la lumière, l'amplitude des oscillations est incomparablement plus petite par rapport à la longueur d'onde que pour le son.

Une autre difficulté apparaîtra quand on voudra, au point d'arrivée, recueillir l'énergie apportée par l'éther; il n'existe point dans ce cas de bon résonateur. Si certains récepteurs sont capables d'absorber toute l'énergie incidente, ils changeront, en revanche, la qualité de cette énergie, et le principe de la dégradation de l'énergie nous apprend combien ce changement sera fâcheux; la quantité n'est pas seule à considérer: la qualité a son importance; la chaleur produite n'a pas la même valeur que les radiations plus rapides disparues.

Tant qu'il ne s'agira que de la transmission d'un signal, et non pas d'un transport véritable d'énergie, les rayons lumineux pourront rendre de grands services; les récepteurs utilisables, mauvais au point de vue que nous venons d'indiquer, sont, en revanche, excellents si l'on ne considère que leur sensibilité. En première ligne, l'œil est un instrument admirable à cet égard; d'après un calcul de M. Ch.-Ed. Guillaume, une petite calorie entièrement transformée en radiation verte serait susceptible de produire dans un œil reposé une sensation perceptible pendant 180 millions d'années.

Les autres récepteurs n'ont peut-être pas une si prodigieuse sensibilité, mais ils ont d'autres avantages: ils permettront d'utiliser à divers usages l'énergie reçue. La plaque photographique, les appareils thermo-électriques, les bolomètres sont des appareils bien connus; on sait qu'ils sont encore des indicateurs bien délicats: le bolomètre, par exemple, permet, quand on le place au foyer d'un petit télescope, de percevoir la chaleur envoyée par une bougie à 2 ou à 3 kilomètres. Le bolomètre est fondé sur la variation de résistance électrique d'un fil conducteur, recevant une radiation calorifique; certains corps paraissent, à ce point de vue, plus sensibles aux radiations lumineuses; le sélénium, le sulfure d'argent changent de conductance quand ils sont éclairés; cette propriété, anciennement utilisée dans le photophone, présente une analogie manifeste avec le phénomène découvert par M. Branly, phénomène dont nous allons bientôt rencontrer l'application.

La télégraphie optique n'a sans doute pas reçu ses derniers perfectionnements; mais, si l'on se propose d'obtenir la transmission d'une quantité un peu notable d'énergie, on devra nécessairement chercher ailleurs; il est naturel de tâcher, dans cette vue, d'utiliser les vibrations plus lentes, de

plus grande longueur d'onde, qui correspondent, sans doute, aussi à des amplitudes relativement considérables; et, logiquement, l'on est amené à songer aux oscillations électriques. Ce sont précisément les essais actuellement tentés.

III

Les oscillations électriques sont des phénomènes d'induction électro-magnétique se répétant périodiquement; le jour où Faraday découvrit l'induction, il découvrit par là même ce fait capital que de l'énergie électrique peut être communiquée à un circuit à travers l'espace environnant. Mais un flux unique ne peut produire à grande distance qu'un phénomène peu intense; la théorie et l'expérience conduisent, au contraire, à penser qu'un flux variant rapidement et périodiquement aura un effet beaucoup plus efficace.

On n'a pas oublié combien les premiers essais de transmission de la parole par le téléphone étaient gênés par les phénomènes d'induction mutuelle entre des fils conducteurs placés souvent à plusieurs mètres de longueur; cet effet, fâcheux en la circonstance, n'était-il pas cependant déjà une communication entre les deux appareils établie par le moyen de l'éther? Mais il faudrait remonter plus haut pour trouver les premières expériences, qui démontrèrent qu'un courant oscillatoire de courte période fait sentir son action à distance; dès 1842, Henry, par exemple, constatait que les décharges d'une bouteille de Leyde placée dans le grenier de sa maison donnaient naissance à des étincelles dans un circuit disposé dans la cave. Et, si l'énergie du courant inducteur devient considérable, l'effet deviendra perceptible jusqu'en des endroits très lointains; n'est-il pas presque certain, d'après de multiples observations, que des orages électriques de la photosphère solaire ont produit des effets marqués sur des lignes télégraphiques?

Ce sont les expériences de Hertz qui, en nous faisant définitivement comprendre le mécanisme de la production et de la propagation des ondulations électriques, amènent à songer à l'utilisation rationnelle des phénomènes d'induction pour la transmission de l'énergie à distance. Les avantages qu'on trouvera en ayant recours à ces ondes plutôt qu'aux ondes lumineuses sont notables: d'abord, elles pourront pratiquement correspondre à des quantités d'énergie plus considérables; puis, à cause aussi de leurs longueurs d'onde relativement grandes, des phénomènes analogues sinon identiques aux phénomènes de diffraction lumineuse prendront une importance plus marquée; la propagation en ligne droite sera moins rigoureuse, et certains obstacles pourront ainsi être contournés;

quelques corps qui seraient d'ailleurs d'opaque obstacles pour la lumière, seront au contraire transparents pour les oscillations électriques; enfin, des résonneurs véritables pourront être employés ici pour recueillir toute l'énergie transmise.

En principe, le phénomène de la résonance est bien simple: on sait qu'un courant alternatif parcourant un circuit fermé produit dans un circuit voisin une force électromotrice induite également alternative. Cette force électromotrice croît avec la fréquence du courant inducteur, et est proportionnelle à un coefficient dépendant de la forme et de la distance des deux circuits, diminuant rapidement quand cette distance augmente le coefficient d'induction mutuelle. En général, si les deux circuits sont un peu éloignés, l'intensité du courant produit par la force électromotrice induite sera excessivement petite, petite par conséquent aussi l'énergie recueillie; cette intensité serait, en considérant comme négligeable la résistance du circuit, proportionnelle au rapport du coefficient d'induction mutuelle, à un autre coefficient ne dépendant que de la forme du circuit induit, le coefficient de self-induction; et ce rapport serait, pour une distance un peu notable, rapidement de l'ordre du milliardième. Si l'on vient, au contraire, à intercaler dans le circuit secondaire une capacité convenable, il peut arriver que l'intensité produite devienne beaucoup plus grande, les effets de self-induction étant neutralisés par ceux de la capacité, et le circuit ne présentant plus alors au passage du courant d'autre résistance que sa résistance ohmique. Dans ce cas, il y a résonance, le circuit secondaire, le résonateur, aspire, pour ainsi dire, le flux émis par le primaire.

Toutefois, bien des obstacles auront empêché la propagation de ce flux; toutes les circonstances qui viennent troubler la transmission de la lumière agiront pareillement sur celle de l'électricité; les corps absorbant la lumière seront aussi ceux qui, bons conducteurs, ne laissent pas passer les oscillations électriques: la vapeur d'eau, les poussières atmosphériques charbonneuses seront des écrans nuisibles, et même, — si, comme il est vraisemblable, les grandes longueurs d'onde correspondent à une vitesse de propagation un peu plus grande que les petites, — le coefficient d'absorption pourra être plus considérable pour les ondulations électriques que pour les lumineuses.

IV

S'il ne s'agit que de la transmission d'un signal, il ne sera pas bien nécessaire de recueillir une bien grande quantité d'énergie; l'on pourra évidemment dans ce cas recourir à l'artifice qui consistera à

utiliser un relais, et l'on aura seulement à s'occuper de rechercher un appareil qui décèle par une manifestation quelconque, mais d'une façon très sensible, la présence d'ondulations électriques.

On peut songer à utiliser, pour construire un organe récepteur, l'un quelconque des multiples effets des ondes électriques. Celui auquel s'est définitivement arrêté M. Marconi est, comme nous l'avons déjà indiqué, le changement de conductibilité des tubes à limaille de M. Branly.

Ces tubes présentent d'ordinaire une résistance énorme au courant, mais deviennent bons conducteurs sous l'influence d'une oscillation électrique. En général, la conductibilité ainsi acquise se dissipe petit à petit, spontanément, mais disparaît immédiatement sous l'influence d'un choc. Lodge désignait ces tubes sous le nom de *coherers* dans l'idée que l'effet de la radiation était de rapprocher en quelque sorte les grains conducteurs. M. Branly conclut d'une étude approfondie de la question, que le mécanisme du phénomène est autre, et il appelle les tubes sensibles des *radio-conducteurs*. Quoi qu'il en soit, M. Marconi est arrivé à réaliser un excellent récepteur en prenant un tube en verre long de 4 centimètres et de 5 millimètres de diamètre environ : ce tube contient deux petits cylindres d'argent dont les bases sont à 1 millimètre de distance; entre ces bases se trouve un mélange de limaille de nickel en proportion de 96 % et de limaille d'argent en proportion de 4 %; on a fait le vide dans le tube et on a laissé quelques traces de mercure.

Nous ne voulons point décrire ici en détail le dispositif de Marconi; au reste, il suffira de jeter un coup d'œil sur les deux figures qui représentent l'ensemble des appareils employés dans les dernières expériences faites à la Spezzia entre l'arsenal de San Bartolomeo et le cuirassé *San Martino*; quelques modifications ont été apportées par l'auteur depuis ses premiers essais effectués à Londres.

On remarquera particulièrement que les oscillations produites par l'oscillateur de Righi (fig. 1) sont transmises à un long fil vertical terminé par une plaque métallique; M. Marconi appelle ce fil une *antenne*. L'idée d'établir ce fil a été suggérée par un dispositif presque analogue, employé par M. Popoff pour étudier les orages. Le rôle de ce conducteur est considérable : c'est certainement grâce à lui que les ondulations produites se transmettent sans trop s'affaiblir à de grandes distances; sans doute, il donne aux ondes une forme mieux définie, grossièrement cylindrique; le résultat, en tout cas, est incontestable.

Le récepteur (fig. 2) doit porter une antenne semblable; à une vingtaine de kilomètres, l'onde

reçue par cette antenne est capable d'impressionner le tube sensible, dont on utilisera la variation de conductibilité pour, au moyen d'un relais, faire marcher un appareil Morse.

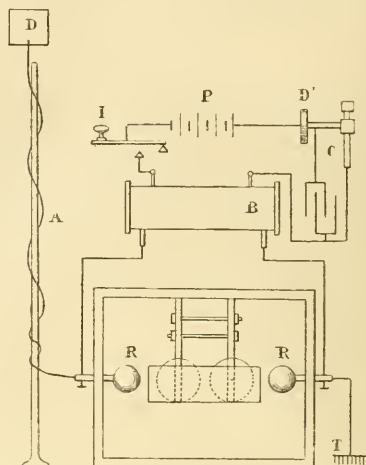


Fig. 1. — Producteur des ondes. — B, bobine de Ruhmkorff; I, manipulateur Morse; P, batterie d'accumulateurs, dont le courant est envoyé dans la bobine; C, condensateur; R, oscillateur de Righi; A, fil vertical parcouru par le courant oscillatoire ou *antenne*; D, plaque conductrice terminant l'antenne; T, communication avec la terre.

Sans doute le système est susceptible encore de perfectionnement. Malgré la grande sensibilité des

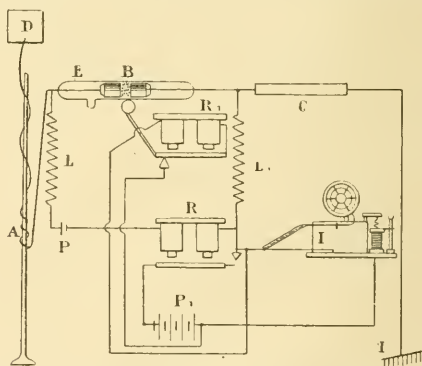


Fig. 2. — Récepteur des ondes. — A, antenne réceptrice; D, plaque conductrice terminant l'antenne; B, tube cohéreur ou radio-conducteur; E, écran électrique, destiné à protéger le cohéreur contre l'influence des étincelles de rupture du circuit en R; C, capacité; T, communication avec le sol; P, pile; L et L₁, résistances; R₁, électromoteur destiné à décoherer le cohéreur; I, récepteur Morse; R, relais.

tubes de M. Branly, il serait encore à rechercher si d'autres récepteurs ne sauraient être utilisés; par

exemple ne pourrait-on se servir, comme dans le cas des radiations chaudes, de phénomènes analogues aux phénomènes thermo-électriques? M. Minchin avait annoncé autrefois la production de forces électromotrices entre deux électrodes dont l'une est, dans certaines conditions, exposée aux radiations électriques.

Il conviendrait aussi de s'efforcer d'obtenir des ondes à peu près planes; dans le cas de la lumière, on sait qu'avec les réflecteurs paraboliques ou les réflecteurs catadioptriques de Mangin, on obtient un semblable résultat, et, grâce à ce procédé, l'énergie lumineuse ne se disperse pas en s'éloignant. L'antenne n'est qu'un artifice; le problème n'est point entièrement résolu par ce moyen, fort encombrant d'ailleurs. Pour aller à 10 kilomètres, il faut lui donner une hauteur d'une vingtaine de mètres, et, dans les dernières expériences faites par la Section aérostatique à Berlin, on a même eu recours à des cerfs-volants ou à des ballons caplifs pour soutenir de grandes antennes émettant des ondulations perceptibles à plus de 20 kilomètres; un tel procédé a-t-il véritablement une utilité pratique?

Mais, au point de vue théorique, un défaut, qui paraît grand, est que certainement dans le système Marconi on n'utilise guère le phénomène de la résonance. Il semble bien que le récepteur ne soit pas un véritable résonateur, puisque l'on peut changer sa capacité et sa self-induction sans modifier très sensiblement les résultats. Outre l'intérêt qu'il y aurait à assurer le secret des dépêches en ne les rendant recevables que par un résonateur accordé avec le producteur, il y aurait un avantage énorme, sur lequel nous avons déjà insisté, à recueillir avec un tel appareil l'énergie vibratoire de l'éther.

On remarquera enfin, sur les figures, que le récepteur et l'ondulateur sont mis respectivement en communication avec la terre. Un habile ingénieur des télégraphes, M. Voisenat, qui a répété en France avec succès les expériences de M. Marconi, a même remarqué que, si on remplace la terre par un conducteur, les résultats sont bien meilleurs. Et ce fait ne laisse pas que de faire naître quelques inquiétudes; peut-être explique-t-il pourquoi les expériences réussissent mieux sur la mer, dont la conductibilité jouerait un grand rôle; mais alors la propagation ne se ferait-elle bien que lorsque les ondulations de l'éther sont, en quelque

sorte, dirigées, conduites, par un conducteur matériel.

Lorsque toutes ces questions, d'autres encore, seront élucidées, lorsque, par exemple, on connaîtra bien quelle est la meilleure fréquence à employer, quelle aussi l'énergie à donner au courant oscillatoire, alors sans doute le télégraphe Marconi pourra rendre des services.

Ne nous dissimulons point cependant que le système restera toujours sujet à des accidents, les brouillards rendront les communications bien difficiles, et là où un rayon de lumière ne passera pas, le rayon électrique restera en route. Peut-être, avec des systèmes de relais bien combinés, pourrait-on cependant supprimer en quelques endroits les lignes télégraphiques ordinaires; peut-être aussi, une application d'un procédé semblable est-elle à prévoir à brève échéance pour les communications téléphoniques.

Enfin, si l'on quitte le domaine des réalités acquises pour entrer dans celui des espoirs, qui sont peut-être des rêves, on peut se plaire à imaginer d'autres conséquences. Un mécanisme semblable peut, en principe, transmettre aussi bien des centaines de kilo-watts qu'une puissance imperceptible et il n'est pas défendu de penser qu'un jour peut-être des moteurs seront actionnés, des lampes électriques allumées dans des circuits sans communication matérielle avec les circuits primaires et placés à des distances même grandes de ceux-ci. Remarquons bien que l'espace pourrait ainsi être sillonné par des ondulations qui resteraient sans action appréciable sur les circuits autres que les récepteurs, accordés au préalable de façon à former résonateurs.

Certes, la production et l'utilisation des courants de fréquence élevée et de grande puissance présentent des difficultés énormes; mais la science a surmonté des obstacles plus pénibles. Le jour où Ampère proposait le premier télégraphe électrique, composé dans sa pensée, de 25 aiguilles aimantées et de 25 fils, le jour où Gauss et Weber établissaient entre leurs maisons de Gœttingue la première ligne utilisée, il aurait passé sans doute pour bien téméraire, celui qui aurait rêvé quelque jour de transmissions d'énergie qui sont aujourd'hui d'une pratique courante et qui n'étonnent plus personne.

Lucien Poincaré,

Docteur ès Sciences,
Chargé de cours à la Sorbonne.

L'ASIE CENTRALE

ET SES RELATIONS COMMERCIALES AVEC LA CHINE, L'INDE ET LA RUSSIE¹

Que faut-il entendre par Asie Centrale?

Lorsqu'on examine une carte de l'Asie (fig. 1), on remarque que l'ossature du vieux continent est constituée par la chaîne centrale de l'Himalaya, qui s'élève brusquement au nord des plaines de l'Inde pour s'abaisser par gradins successifs vers l'océan

nord : le Tibet, le désert de Gobi et la Sibérie. Le plateau du Tibet, le plus élevé, est situé à une altitude générale de 4.000 mètres au-dessus du niveau de la mer; le désert de Gobi s'étend au-dessous à une altitude moyenne de 1.300 à 2.000 mètres, et la plaine sibérienne rejoint l'océan Polaire en



Grand port. Borromans, 17, rue S. Julien, Paris

Fig. 1. — Carte physique de l'Asie Centrale. — Les directions principales du relief orographique ont été figurées par de gros traits.

Arctique. Les trois degrés successifs qui forment les marches de ce gigantesque escalier sont, du sud au

s'abaissant graduellement jusqu'au niveau même de la mer.

¹ M. Charles-Eudes Bonin, vice-résident en Indo-Chine, est rentré ces mois derniers en France après un séjour de deux ans (1895-1896) au Tibet et en Mongolie, où il avait été chargé d'une mission officielle. Il a rapporté de son voyage d'importantes observations sur les pays qu'il a explorés, notamment sur le commerce et les grandes voies commerciales de l'Asie Centrale. C'est le résumé de cette partie de ses études qu'il a bien voulu nous donner ici; il a rédigé le présent article lors de son tout récent passage à Paris, puis est déjà reparti pour l'Asie.

NOTE DE LA DIRECTION.

L'Asie Centrale est formée des deux premières marches : le Tibet et le désert de Gobi, qui comprend le Turkestan chinois et la Mongolie. Ce nom d'Asie Centrale a été souvent étendu à d'autres parties du continent, par exemple à la fraction du Turkestan annexée par les Russes à leur Empire dans la seconde moitié de ce siècle; il doit être, en réalité, réservé aux deux régions ci-dessus indiquées, qui forment le plateau central de l'Asie et sont sans

communication directe avec les mers environnantes.

Cette division géographique formera le cadre même de cette étude : nous examinerons successivement le Tibet et la Mongolie au point de vue des relations commerciales, et, pour chacune de ces deux régions, nous passerons en revue les principales routes, les modes de transport, puis les objets mêmes d'échange et les procédés de commerce : production indigène et commerce intérieur, et surtout nature, importance et origines diverses des marchandises importées et exportées, organisation

dont il est séparé par la région des Pamirs.

Au point de vue administratif, il est séparé en quatre grandes provinces, qui sont, en commençant par l'ouest : le *Nguri* ou Tibet occidental, le *Wei* ou Tibet central¹ (la capitale est Lhassa), le *Heou-Tsang* ou Tibet ultérieur (capitale *Trashilumbo*), et le *Kham* ou Tibet oriental (capitale *Tchamdo*). Il faut y joindre la marche du Nord sur la frontière de Mongolie, qui est connue sous le nom mongol d'*Amdo* ou de *Tangout*, et les déserts inhabités qui s'étendent entre la Kachgarie et le lac Tengri-Nor.

La capitale générale des quatre provinces est la



Gravé par F. Borremont, 17, rue St-Julien, Paris.

Fig. 2. — Carte politique de l'Asie Centrale, avec les routes commerciales qui relient le Tibet et la Mongolie à la Chine, la Sibérie, le Turkestan et l'Empire des Indes.

et étapes des caravanes, principaux marchés, nationalités et races des commerçants qui conduisent ces caravanes ou en sont les organisateurs.

I. — LE TIBET.

§ 1. — Limites et Administration.

Le Tibet (fig. 1, 2 et 3) s'étend, comme je l'ai dit, au nord de l'Himalaya et de l'Inde, au sud de la Mongolie et du Turkestan chinois, avec la Chine à l'est et le Turkestan russe au nord-ouest,

ville de Lhassa, située au sud-sud-est du lac Tengri-Nor; c'est là que réside le roi spirituel et temporel du Tibet, le Talé-lama, assisté de ses ministres et des hauts dignitaires de la hiérarchie lamaïque, qui règlent toutes les affaires religieuses et matérielles du peuple tibétain. Au sud de Lhassa, dans la ville de *Trashilumbo*, appelée en chinois Shi-Ga-Tse, réside le second lama du Tibet, le Pantchanripotche (le très précieux joyau, en langue tibé-

¹ En tibétain : *Dbou*; en chinois : *Tchong-Tsang*.

taine), qui est presque l'égal du Tale-lama de Lhassa en dignité mystique, mais lui est très sensiblement inférieur en puissance effective.

L'administration est, en ces pays, chose fort

préfets (en tibétain : Djong), des sous-préfets (Chel-ngo) et des chefs subalternes (Deba) (fig. 3).

Mais il s'en faut de beaucoup qu'il n'y ait sur toute l'étendue du Tibet que ces seules autorités



Fig. 3. — *Déba ou Chef tibétain.*



Fig. 4. — *Femme tibétaine.*

compliquée, et l'on n'en comprend bien le système qu'à condition de s'être trouvé en relation avec elle.

L'administration centrale, qui est appelée le *Debadjong*, entretient des délégués dans toutes les localités importantes, et y est représentée par des

émanées du pouvoir théocratique siégeant à Lhassa. Par sa nature montagneuse et le découpage du sol en vallées reliées par des cols difficilement accessibles, cette région de l'Asie se prête plus que tout autre à l'établissement d'autorités indépendantes ou rivales. C'est ainsi qu'on trouve au Tibet

des enclaves administrées directement par des mandarins chinois, qui dépendent respectivement des vice-rois impériaux du Yun-Nan, du Se-tchouen ou du Kansou. D'autres territoires, surtout dans le Tibet oriental, sont gouvernés par des rois indigènes à peu près indépendants ou surveillés par des résidents chinois, tels que ceux de Batang, de Litang et de Tatsienlou, royaume de Kiala. Sur d'autres points, des lamaseres puissantes ont pu se rendre à peu près libres de toute autorité supérieure; tel est le cas des *lamas jaunes* de Meli, qui sont commandés par un roi-prêtre choisi dans le

Lhassa, à Trashilumbo et au Ngari, lesquels portent le nom de Liang-Tai (payeurs).

§ 2. — Voies Commerciales.

Par sa position géographique et sa dépendance administrative de la Chine, le Tibet est donc destiné à commercer surtout avec ce pays. Les routes de ce côté sont, par suite, les plus nombreuses; ce ne sont pas, d'ailleurs, les plus praticables. En effet, le Tibet oriental, qui touche la Chine proprement dite, est traversé par les plus grands fleuves de l'Asie, qui descendent du plateau central en sui-

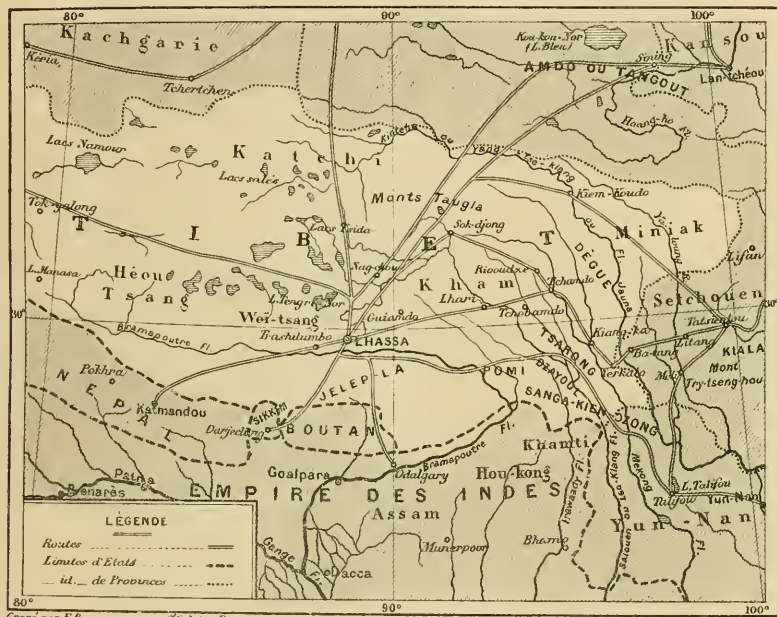


Fig. 5. — Relations du Tibet avec les pays voisins. (Partie centrale de la figure 2, représentée ici à plus grande échelle.)

sein de leur communauté. De même, les hérétiques du lamaïsme, les *lamas rouges* et les *lamas noirs* connus sous le nom de *Peubos*, administrent directement des territoires importants en dehors du contrôle du gouvernement de Lhassa, centre des *lamas jaunes* avec lesquels ils sont presque toujours en guerre.

Enfin le Gouvernement Impérial de Pékin, qui a la suzeraineté nominative du Tibet, est représenté dans les quatre provinces par des délégués ou résidents de race chinoise ou mandchoue, dont le premier est établi à Lhassa auprès du Tale-lama; il porte le titre chinois de Ta-Tchen-Tai (général en chef) ou Kin-Tchai (ambassadeur) et a sous ses ordres d'autres mandarins impériaux établis à

vant des érosions profondes séparées par des chaînes très élevées.

Trois grandes routes (fig. 2 et 5) traversent le Tibet oriental, partant toutes trois de Lhassa pour aboutir au Se-Tchouen, la plus occidentale des provinces de la Chine centrale. Par une fortune singulière, les Européens qui les ont parcourues les premiers sont, pour toutes trois, des voyageurs français.

1^o La plus méridionale, qui est la plus directe, mais aussi la plus difficile, passe par *Guamdo*, *Lhari*, *Tchobamdo* et *Tchamdo*, pour aboutir, comme les deux autres routes, à *Tatsienlou*; elle a été suivie pour la première fois par les fameux missionnaires Lazaristes, les PP. Iluc et Gabet, en 1816;

2^o La route centrale, qui semble meilleure, passe

par *Sok-Djong* et *Rivoudze* pour se réunir avec la précédente à *Tchamdo*; c'est celle qu'ont employée Bonvalot et le Prince Henri d'Orléans, en 1890;

3^e Enfin, la route septentrionale, dite *route des hauts plateaux*, qui est très longue, très dure, mais assez suivie en raison de l'abondance relative des pâturages qu'elle offre aux caravanes, passe par les sources du Mékong, la vallée du Fleuve Bleu et le Dégue pour redescendre par le nord sur *Tat-sienlou*; elle a été parcourue jusqu'à *Kierkoudo*, sur les bords du Fleuve Bleu, par la Mission Dutreuil de Rhins et Grenard; c'est près de là que le chef de la Mission trouva la mort, le 5 juin 1894.

Une autre route, bien meilleure, car elle passe entièrement en pays de plateaux, conduisait autrefois de *Sining*, centre commercial de la province chinoise du Kansou, jusqu'à Lhassa en suivant une direction nord-sud. Malheureusement, elle a été coupée depuis un certain nombre d'années par les pirates du désert, les Khampa Ngolok, qui circulent au sud du Fleuve Jaune en quête du pillage des caravanes. Celles-ci, pour les éviter, sont obligées aujourd'hui à un grand détour dans l'Ouest, par le Tsaidam. C'est la route suivie autrefois par les missionnaires précités pour descendre de Mongolie sur Lhassa; plus

tard, elle a été utilisée par le grand explorateur russe Prjevalsky, et un itinéraire parallèle a été tracé, en 1892, par le voyageur américain Woodville Rockhill.

Plus à l'ouest, partant du lac Lob-Nor, une autre route peu fréquentée, dite *route des Mongols*, a été

parcourue, en 1890, par Bonvalot et le Prince Henri d'Orléans pour tenter de se rendre également à Lhassa: le voyageur anglais Little-dale, en 1895, a suivi un itinéraire parallèle, mais sans succès quant au but final de l'exploration, qui était de pénétrer dans la capitale sainte du Tibet.

De *Kachgarie* descend vers le sud une route plus fréquentée, qui part de *Yarkand*, franchit le col de *Karakorum* et se rejoint à *Leh*, capitale du *Ladak* ou *Petit-Tibet*, avec une autre route qui vient du *Kachmir* et continue



Fig. 6. — Route de Lu-Fong-Tsien à Luo-Ya-Quan (frontière du Tibet).

sur Lhassa, à travers le Ngari. C'est la *route des lacs salés*, qui a été suivie par la plupart des voyageurs anglais partis de l'Inde pour entrer au Tibet.

Pour achever le tour des routes qui pénètrent dans cette région, il faut signaler celles qui, au sud, franchissent la chaîne himalayenne par le Népal, le Sikkim et le Boutan. Celle du Népal part de la capitale de ce royaume, *Katmandou*, pour aboutir, comme les autres, à *Lhassa*; celle du Sik-

kim part de *Darling* et franchit le col Jelep-La (c'est la plus courte de toutes); celle du Boutan part d'*Odalgary*, au nord du Brahmapoutre, pour redescendre dans la vallée du Tsan-Po, nom que porte la même rivière de l'autre côté de l'Himalaya. Il est regrettable que ces trois routes qui, en raison de leur proximité des possessions anglaises, seraient les plus accessibles aux Européens, soient toutes trois fermées au passage des voyageurs, en raison de l'hostilité des indigènes et des ordres formels venus de Pékin et d'ailleurs.

transport que les caravanes de bêtes de somme qui, seules, peuvent franchir les cols élevés qui séparent les unes des autres les vallées de l'Asie centrale. Ces caravanes comprennent soit des chevaux et des mulets, soit des yaks. Les chevaux et les mulets, produits de l'élevage indigène, sont plus petits que ceux d'Europe; mais, nés sur les hauts plateaux et habitués aux chemins de montagne, ils ont une adresse remarquable pour se maintenir avec leurs charges sur les pistes dangereuses qui forment les seules routes du Tibet (fig. 6). Les yaks ou bœufs

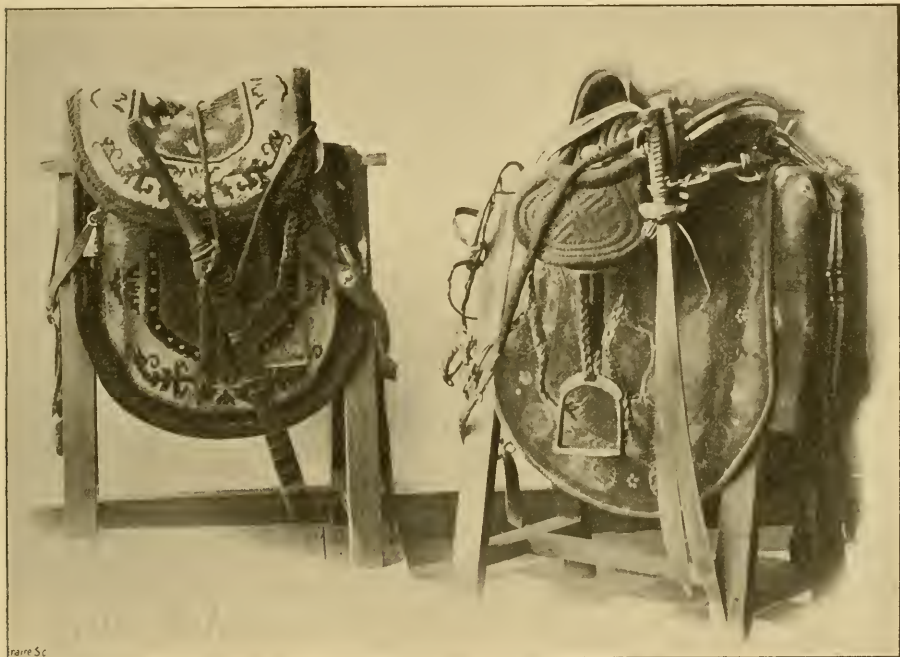


Fig. 7. — A gauche, selle tibétaine; à droite, selle mongole.

Enfin, pour être complet, il faut signaler, à l'est du Boutan, une dernière route à peu près inconnue, qui part du haut Fleuve Bleu, passe par le Tsarong, le Dzayoul, les pays Sanga-Kieu-Dzong, l'Etat indépendant de Pomi, repaire des brigands himalayens, et aboutit à *Lhassa*. Cette route, qui est suivie par les caravanes tibétaines de la frontière du Yun-Nan et par les lamas de Méli, dont j'ai déjà parlé, n'a jamais été parcourue par aucun voyageur européen.

§ 3. — Modes de transport.

La nature montagneuse du Tibet s'oppose, comme je l'ai dit, à l'emploi d'autres moyens de

grognants, spéciaux à cette région de l'Asie, sont également précieux en raison de leur endurance et de la sûreté de leur pied; ils peuvent seuls, pendant l'hiver, franchir les glaciers qui bordent les sommets et se tenir en équilibre sur la neige gelée, qu'ils écrasent de leur poids. Malheureusement, leur allure est beaucoup trop lente, et le même espace qui est parcouru en un mois par une caravane de chevaux ou de mulets demande deux mois de marche à une caravane de yaks.

Les charges sont fixées sur le dos de ces animaux au moyen de bâts spéciaux, très étroits, qui font corps, pour ainsi dire, avec la bête partie

gauche de la figure 7) : cette disposition est nécessaire pour éviter, autant que possible, les chocs au flanc des montagnes, chocs qui enverraient l'animal porteur rouler dans les abîmes. Le poids d'une charge est, en moyenne, de cent livres chinoises, environ 63 kilos ; mais il peut être augmenté suivant la taille et la résistance de l'animal.

La formation et l'organisation de ces caravanes constituent l'une des plus grandes comme aussi des plus difficiles spéculations de ces régions ; elles sont placées sous la direction de chefs spéciaux appelés, en tibétain, *Tsong-Peun* ou *Gar-Peun*, qui sont les chargés d'affaires des grandes lamaseries ou des chefs indigènes, seuls assez

§ 4. — Marchés.

Sauf à Lhassa, il n'y a pas, dans tout le Tibet, de magasins proprement dits pour l'écoulement des objets de commerce ; les échanges sont faits directement par les caravanes au cours de la route et dans les grandes foires qui se tiennent, à date fixe, près des centres importants et des grandes lamaseries (fig. 8 et 9). Les marchands chinois, munis d'un passeport spécial, peuvent également se rendre à ces foires ; il en est de même pour les Mongols de la frontière septentrionale, qui descendent chaque année en assez grand nombre jusqu'à Lhassa avec leurs caravanes de chameaux. Les hauts plateaux du Nord se prêtent, en effet, assez facilement au



Fig. 8. — Marché chinois dans la rue principale de Ta-li-Fou (frontière du Tibet et de la Chine).

puissants pour tenter ces entreprises commerciales. Aussi, leur rang social est-il très élevé, et, dans la hiérarchie des castes tibétaines, les *Tsong-Peun* et les *Gar-Peun* viennent-ils immédiatement après les lamas, les princes et les nobles. On peut dire que le Tibet est le pays où la profession commerciale est la plus honorée. La plus importante de ces caravanes qui traverse ainsi l'Asie Centrale pour le transport et l'échange des produits du pays est celle qui part tous les ans de *Trashilumbo*, passe par *Lhassa* et arrive à *Tutsienlou* par la route des plateaux. Cette caravane annuelle, organisée par les grands lamas, porte en Chine les produits du Tibet central et des contrées avoisinantes et en rapporte le thé, qui est le principal article de consommation des Tibétains.

passage de ces animaux et sont, pendant l'été, couverts d'une herbe suffisante. Les caravanes mongoles peuvent arriver ainsi jusqu'aux monts *Tang-La*, dans la préfecture de *Nag-Chou*, où elles transbordent sur des yaks leurs marchandises apportées par les chameaux, qu'elles reprennent à l'automne au retour de *Lhassa*.

Après ces détails nécessaires sur la géographie de l'Asie centrale, son administration, ses voies et moyens de transport et l'organisation des marchés et des caravanes, je dois énumérer sommairement les principaux articles d'échange sur lesquels porte le commerce. Je parlerai d'abord du commerce intérieur que les Tibétains font entre eux, puis du commerce extérieur qu'ils pratiquent avec les régions circonvoisines.

§ 5. — Commerce intérieur.

Tous les ans, les pasteurs descendent des plateaux pour vendre sur les marchés leurs produits : *bêtes à corne, moutons, charges de laines* — qui servent pour la fabrication des draps (trois espèces : la-oua, poulou, tirma, le plus fin), *tapis, cordes de poils de chèvre et de yak*. — *cuirs, viande fraîche et viande séchée, beurre, feutres pour selle, peaux, etc.*... ils les échangent contre des *céréales, du sel, du thé, du fer, des ustensiles de ménage, etc.* La laine a beaucoup augmenté de prix depuis ces

le fait travailler pour son compte, solution ingénieuse de la question sociale.

§ 6. — Commerce extérieur.

Le Tibet commerce également avec les pays voisins, — qui sont : d'une part, la Chine et la Mongolie, d'autre part, la Russie et l'Inde.

1. — *Commerce avec la Chine.* — Le Tibet reçoit de la Chine du *thé* grossier fait des plus grosses feuilles et des plus petites branches, qui se vend par briques (pa-ka) de 2 kilos 1/4. Quatre briques



Fig. 9. — Marché chinois à Man-Hao sur le haut Fleuve Rouge, dans le Yun-Nan.

dernières années, par suite des accaparements des négociants chinois et anglais.

Comme autres produits de l'industrie locale, il faut signaler le *sel*, qui vient des puits du Mékong, près de *Yerkalo*, et est transporté en blocs au Yun-Nan, les *sabres* du Dégue, les *fusils* de Lhassa, les *selles* de Litang recouvertes de peau de requin, les *bijoux d'argent* incrustés de *turquoises*, les *bottes de drap*, spécialement les *bottes blanches* faites à Lhassa pour les chefs lamas, etc... Les ouvriers qui les fabriquent sont généralement des esclaves au service des chefs ou des lamaseries. Dès qu'un homme est signalé pour son habileté manuelle, il est généralement enlevé par ordre d'un prince ou d'un chef de lamaserie, qui le réduit en esclavage et

représentent un ballot (kor-djrou); trois ballots, une caisse (gam); deux caisses, une charge de yak (guiop). Six millions de kilos de thé environ passent ainsi par le grand marché de *Tatsienlou*, plus 800.000 livres par la route du nord. Le thé est donc le principal article de commerce du Tibet, et c'est par là, plus que par ses soldats ou ses mandarins, que la Chine le maintient sous sa dépendance. Pour donner une idée de la majoration entraînée par les frais de transport, il faut noter qu'un ballot de thé se vend : à Tatsienlou, 7 fr. 50; à Batang, 13 fr. 25; à Kiang-Ka et Yerkalo, 20 fr.; à Tchamdo, 27 à 28 fr.; à Lhassa, 40 fr. au moins. Il est vrai qu'entre Tatsienlou et Lhassa le même ballot a dû faire 72 jours de marche. Les autres produits chi-

nois importés au Tibet sont : les *toiles de coton*, blanches ou bleues, qui viennent aussi de Tatisienlou, valent le double à Batang et le triple à Tchando ; le *fil de coton blanc et bleu*, qui vaut son poids d'argent à Yerkalo, etc...

La Chine reçoit en échange, du Tibet, de l'or ; la principale mine — celle de Tok-Yalong dans le Ngari, dont les produits vont aux Indes — était considérée comme la plus haute station habitée du globe avant celle du mont Tsy-tseng-hou, découverte pendant mon dernier voyage (Tok-yalong, 4.890 mètres d'altitude ; Tsy-tseng-hou, 5.050 m). Le Tibet exporte également en Chine : du *musc* (souvent falsifié avec du sang de bœuf), de la *rhubarbe* palmée et des *fourrures* (lynx, panthère, renard tricolore, loutre, ours, écureuil-volant, etc.).

2. — *Commerce avec la Mongolie.* — Les Mongols importent au Tibet des marchandises provenant du Turkestan russe par la Kachgarie, et des *chevaux* qui sont très prisés des lamas, surtout ceux de Yarkand et de Sining. Nous reparlerons, d'ailleurs, plus loin du commerce de la Mongolie.

3. — *Commerce avec la Russie.* — Les *tapis de selle à fleurs*, les *draps rouges, verts et bleus*, très demandés par les Tibétains, viennent du Turkestan russe et chinois par la Kachgarie (*Yarkand* et *Khotan*) en suivant la route des lacs salés jusqu'à Lhassa ; ils sont, de là, réexportés jusqu'à Tatisienlou, ayant traversé ainsi toute l'Asie centrale.

4. — *Commerce avec l'Inde.* — Le commerce est fait par les Kachmiriens et les Népalais établis à Lhassa, où ils ont leurs quartiers et leurs mosquées ; ils y vendent à peu près tous les *articles européens* et des *pierres précieuses*, qu'ils échangent contre de la *laine*, du *borax*, etc. Il faut noter dans tout le Tibet la surabondance des *roupies anglo-indiennes*, dont la circulation n'est pas en rapport avec les échanges constatés par les rapports officiels des douanes anglaises.

II. — LE DÉSERT DE GOBI.

§ 1. — Configuration et Gouvernement du pays.

Dans la première partie de cette étude, je me suis étendu sur les conditions du commerce au Tibet et les objets d'échange sur lesquels il porte ; ces développements me dispenseront d'insister aussi longuement, dans la seconde partie, sur la situation, au point de vue commercial, du désert de Gobi. Les deux régions ne diffèrent pas, en effet, sensiblement sous le rapport des productions et des besoins : les deux peuples, Tibétain et Mongol, appartiennent à la même race, ont adopté à peu

près les mêmes manières de vivre, et, s'il y avait à établir entre eux un parallèle, il serait en faveur du Tibet au détriment du désert, plus pauvre, moins peuplé, et habité, en grande partie, par des tribus encore nomades.

Le désert de Gobi (fig. 1 et 2) se divise en deux régions d'inégale grandeur, la *Mongolie* sur la plus grande étendue et le *Turkestan chinois* à l'ouest, habité par des peuplades d'origine turke. La Mongolie proprement dite est comprise entre la Grande Muraille, qui la sépare de la Chine au sud, la Sibérie au nord, la Mandchourie à l'est, le Turkestan chinois, la Kachgarie et la Mongolie du Koukhenor (province chinoise du Sin-Kiang) au sud-ouest.

Dans cette dernière région, qui forme une enclave étroite et longue entre le désert de Gobi et le Tibet, se heurte un mélange unique de populations hétéroclites : Chinois, Tibétains (Tangoutes), Mongols et Turks, sans compter les métis issus de ces races si diverses. La Mongolie, qui embrasse la majeure partie du Gobi, est habitée par les hordes des Mongols nomades, placés sous les ordres de leurs rois et princes indigènes (fig. 10 et 11). Ceux-ci sont surveillés par des mandarins impériaux, de race mandchoue, placés dans les centres ; ils portent le titre mongol d'*Amban* ou le nom chinois de *Tsiang-Kiun* (maréchaux). Les plus importants de ces représentants du gouvernement de Pékin sont postés aux quatre coins du désert, à Kwei-hwa-Tcheng, Ourga, Ouliasoutai et Kobdo.

Le Turkestan chinois et la Kachgarie sont administrés directement par le gouverneur chinois résidant à *Ouroumtsi*, capitale du Sin-Kiang, qui dépend lui-même du vice-roi du Kansou, ainsi que l'*Amban* de *Sining*, qui administre la Mongolie du Koukhenor.

§ 2. — Routes.

Entre le Kansou (fig. 12) et le Sin-Kiang s'étendent deux routes (fig. 2) qui traversent la partie méridionale du désert de Gobi et passent au sud et au nord des Monts Célestes (en chinois : Tien-shan) ; elles sont appelées par les Chinois le *Nan-lou* et le *Pe-lou* (route du Sud et route du Nord).

Une autre grande voie traverse le désert du sud-est au nord-ouest : c'est la *route postale* qui part de *Pékin*, franchit la Grande Muraille à *Kalgan*, passe par le puits *Saïr-Oussou*, *Oulias-soutai* et *Kobdo* jusqu'aux lointaines frontières du Tarbagataï. Du puits Saïr-Oussou, situé au milieu du désert, un embranchement se détache, qui conduit à *Ourga* et à *Kiakhta* sur la frontière de la Sibérie russe (Transbaïkalie) ; un autre embranchement part de *Kwei-hwa-tcheng* (Koukhe-Khoto, la *ville bleue* des Mongols) et rejoint la route postale à la hauteur de la Chara-Mouren (la rivière Jaune).

Le long de cette route postale, des puits ont été

creusés par les soins du Gouvernement chinois; ces puits sont situés théoriquement à 30 verstes les uns des autres, mais souvent beaucoup plus loin, parfois le double. On compte 32 de ces stations de *Kalgan* au *Sair-Oussou*, 32 autres de là à *Ouliasoulai*, 15 ensuite jusqu'à *Kobdo*, 14 du *Sair-Oussou* à *Ourga* et 7 de là à *Kiaktha*.

Une autre route plus directe, avec des puits moins nombreux, mais des pâturages meilleurs,

les Chinois se servent de ses tiges pour en faire des baguettes à manger; elles atteignent la grosseur d'un crayon et ont souvent plus d'un mètre de hauteur.

§ 3. — Régime des transports.

Le service des routes est assuré par les Mongols qui, en échange du droit de se servir de l'eau des puits, sont astreints à fournir les moyens de trans-



Fig. 10. — Prince mongol (d'après un dessin chinois).



Fig. 11. — Princesse mongole (d'après un dessin chinois).

suit la frontière de la Mandchourie à l'est de la route postale. C'est celle que prennent les caravanes du thé entre la Chine et la Sibérie; elle ne passe pas par le *Sair-Oussou*.

Le *Gobi* (en chinois *Sha-mo*, la mer de sable) est, comme on sait, une ancienne mer intérieure, graduellement desséchée. L'eau, même celle des puits, y est presque toujours saumâtre, l'herbe rare et mauvaise et les arbres à peu près inconnus. Le *dirissou*, la seule plante qui arrive à percer la croûte de sable, de gravier et de salpêtre qui forme le sol du désert, est une herbe tellement dure que

port et de ravitaillement aux voyageurs et aux commerçants munis d'un passeport régulier du Gouvernement chinois. Ils viennent, à tour de rôle, camper près des stations, chaque famille pendant un mois, et doivent entretenir les tentes qui servent de gîtes d'étape, prêter leurs chameaux et leurs chevaux pour le transport des hommes et des bagages d'une station à l'autre, et fournir la viande de mouton, qui est à peu près l'unique nourriture du désert où l'on ne trouve aucune culture.

En échange de ces services, il est d'usage de leur verser une indemnité fixe de trois roubles par

station, quel que soit le nombre d'hommes et d'animaux fournis. Les chefs de stations, qui ont reçu du Gouvernement impérial des titres et des boutons de mandarins militaires, sont responsables de ce service, qui est généralement très bien fait; ils portent le nom de *Djanke*, corruption des mots mongols *džinkin mere* (officier en service).

§ 4. — Articles de Commerce.

Les principaux articles de commerce qui circulent ainsi à travers le désert sont : le *riz* et le *millet*, que les Chinois vendent aux Mongols pour

caisses. Souvent les caravanes s'arrêtent à Ourga, car, à partir de cette ville, la neige devient beaucoup plus épaisse; le cas échéant, on transporte à Kiakhta les caisses de thé sur des charrettes traînées par des bœufs.

« Le prix du transport d'une caisse de Kalgan à Kiakhta est de trois roubles, environ 22 fr. 50), et une caravane peut, en hiver, faire deux fois le voyage. Comme deux hommes suffisent pour guider vingt-cinq chameaux, les frais de route sont peu considérables; et l'entrepreneur du transport a, pour une campagne, un bénéfice très important, même s'il perd plusieurs chameaux, ce qui arrive quelquefois, les chameaux, par suite de l'usure du sabot, étant atteints de claudication ou ayant, par défaut de soins, leurs reins écorchés. Malgré les profits que les entrepreneurs de transports réalisent ainsi, bien peu de Mongols savent conserver



Fig. 12. — Bords du Fleuve Jaune au Kan-Sou (Mongolie chinoise).

assaisonner leur nourriture; les *peaux* et les *laines*, dont les meilleures viennent de la région du Koukhenor; et surtout le *thé*, qui est le principal objet de transit.

Voici, sur le commerce du thé, quelques détails empruntés au premier explorateur russe de la Mongolie, le général Prjevalsky :

« Depuis que l'autorisation d'exporter le thé par mer a été accordée, le transit par la Mongolie a nécessairement diminué; pourtant un de nos négociants m'a assuré que deux cent mille caisses sont encore expédiées annuellement de Kalgan à Ourga et à Kiakhta; chacune de ces caisses pèse environ trois pouds (48 kil., 114). Le thé qui approvisionne Kalgan arrive des plantations voisines de la ville de Hankeou. Les voyages des caravanes n'ont lieu qu'en automne et en hiver; en été, les chameaux reprennent de nouvelles forces dans les steppes.

« Dès le commencement de septembre, de longues files de chameaux se dirigent sur Kalgan de tous les points de la contrée. Chacun d'eux porte quatre ou cinq

quelques centaines de roubles : la plus grande partie de leur gain passe dans la bourse des Chinois. »

III. — RELATIONS A ÉTABLIR AVEC L'EUROPE.

Il me reste à indiquer brièvement quels devraient être pour le commerce européen les articles d'échange qui pourraient faire l'objet d'un transit avec les deux régions de l'Asie Centrale que nous venons d'examiner.

Avec la Mongolie, pays pauvre et sans grande ressource, il y a peu à faire, sauf pour les articles de menue *quincaillerie* et de *coutellerie*, dont les Mongols sont très amateurs. Le nomade du désert conserve peu d'objets sous sa tente, qu'il déplace continuellement; mais il a un goût très vif pour le changement, et l'on pourrait spéculer avantageusement sur son amour des belles *armes*, des *étoffes luxueuses* et des *bijoux de prix*. Les Chinois, d'ail-

leurs, ne s'en font pas faute, et leur rapacité à exploiter les naïfs Mongols, rapacité à laquelle Prjevalsky fait allusion dans l'extrait ci-dessus, leur a valu le nom bien significatif de *mangeurs de Tatars*.

Au Tibet on pourrait importer le *thé*, les *co-tonnades*, le *riz*, le *sucré*, qui vaut à Lhassa le décuple de son prix au Yun-Nan, le *tabac* à priser et en feuilles, dont les Tibétains sont très friands, les *bijoux*, les articles de bonne *horlogerie* et de *lunetterie*, la *verrerie*, la *vaisselle de métal* et de *faïence*, les *boîtes à musique*, les *articles de ménage* : *aiguilles*, *ciseaux*, *couteaux*, *fil à coudre*, *miroirs*, *plumes de fer et de couleurs*, dont les lamas se servent pour peindre leurs édifices religieux.

On recevrait du Tibet, en échange : de l'*or*, de l'*argent*, de la *laine*, des *peaux de chèvres* et de *yaks*, de la *rhubarbe*, du *musc* et des *fourrures*.

Mais, s'il est facile d'indiquer quels pourraient être les objets d'échange entre les Européens et les Tibétains, il est moins aisé d'imaginer comment se pourraient faire ces échanges. Tant que le Tibet restera fermé, comme il l'est, avec l'assentiment des Chinois, et peut-être d'une autre nation, aux entreprises européennes, il n'y aura rien à en

espérer en dehors de l'intérêt géographique et scientifique, qui est de premier ordre. Aussi nos commerçants, au lieu d'aller perdre leur effort vers ces régions qui ne peuvent tenter que les explorateurs, pourraient-ils plus utilement reporter leur activité vers les riches marchés de la Chine maritime et centrale, qui offrent un champ inépuisable pour les entreprises européennes. Ce n'est pas à la découverte des terres neuves que doit se porter le commerce français, mais plutôt à la mise en valeur de pays déjà connus, et il est triste de penser que notre pavillon est à peine représenté dans les ports de Chine, alors que la France, par sa position en Indo-Chine, devrait être la première puissance maritime de l'Extrême-Orient.

Mais il ne s'agit pas de se décourager : les efforts de nos diplomates, de nos explorateurs, de nos commerçants, de nos missionnaires ne resteront pas infructueux, et il faut espérer qu'avec le concours de toutes ces bonnes volontés la France reprendra le rôle et le rang qui lui appartiennent, sinon en Asie Centrale, du moins en Extrême-Orient.

Charles-Eudes Bonin,

Vice-résident de France en Indo-Chine.

LA TRANSFORMATION DIRECTE DE LA CHALEUR EN TRAVAIL MÉCANIQUE PAR L'EMPLOI DES ALLIAGES DE FERRO-NICKEL

Dans un récent travail¹, j'ai montré comment on peut utiliser les propriétés magnétiques des alliages de fer et de nickel pour produire une force électro-motrice de forme ondulatoire, et j'ai dit que j'indiquerais les conditions dans lesquelles ces propriétés seraient susceptibles de donner des résultats pratiques. Une étude approfondie de la question m'a amené à la conclusion que, si ces résultats sont jamais obtenus, il faudra vaincre de grandes difficultés, dont cet article, d'ailleurs, fera comprendre la nature. À l'inverse du problème que nous avons en vue, proposons nous de mettre à profit les propriétés thermo-magnétiques des mêmes alliages pour obtenir un travail mécanique utilisable.

I

Supposons que l'on ait placé dans un champ magnétique uniforme et permanent une tige de ferro-nickel mobile autour d'un axe passant par son centre de figure et perpendiculaire à cette tige ainsi qu'aux lignes de force du champ. Abandonnée à elle-même, la tige se placera immédiatement

dans la direction des lignes de force et, si on veut l'en écarter, tendra à y revenir en développant un couple dont la valeur est donnée par l'équation :

$$C = \mathfrak{M}h \sin \theta,$$

dans laquelle \mathfrak{M} représente le moment magnétique de la tige placée sous l'influence inductrice du champ d'intensité h , et θ , l'angle qu'elle fait avec les lignes de force.

\mathfrak{M} est une fonction de θ , car l'intensité d'aimantation de la tige est d'autant plus petite qu'elle fait avec les lignes de force un angle plus considérable,

et lorsque θ atteint une valeur égale à $\frac{\pi}{2}$ (c'est-à-dire

lorsqu'elle est perpendiculaire aux lignes de force), on voit immédiatement que la tige ne peut prendre aucune aimantation et que, suivant qu'on la fait dévier d'une très petite quantité en deçà ou au delà de cette position critique, son aimantation change de signe.

La nature de la fonction qui lie \mathfrak{M} à θ nous est inconnue, mais nous supposons que la valeur de \mathfrak{M} reste constante pendant que la tige, partant de la position d'équilibre instable pour laquelle son

¹ C. R. Acad. des Sc., 11 octobre 1897, p. 511.

aimantation est nulle, décrit un angle droit et vient se placer dans la direction des lignes de force du champ en produisant un travail mécanique. Pour nous placer dans les conditions les plus favorables possibles, nous admettrons que, pendant ce déplacement angulaire, la valeur de \mathfrak{M} est constamment égale à celle qui correspond à la position d'équilibre établi lorsque la tige est dirigée suivant les lignes de force. Il est facile de voir que, dans ces conditions, le travail mécanique $\bar{\epsilon}$, développé pendant que la tige décrit un quart de tour, a pour expression $\bar{\epsilon} = \mathfrak{M}h$.

La tige étant ainsi amenée à sa position d'équilibre stable, élevons sa température jusqu'à ce qu'elle perde complètement ses propriétés magnétiques et faisons-lui décrire dans le même sens un nouveau quart de tour de façon à l'amener dans la position où elle est perpendiculaire aux lignes de force du champ; immobilisons-la et refroidissons-la jusqu'à ce qu'elle reprenne toutes ses propriétés magnétiques. Elle est alors prête à parcourir de nouveau le cycle d'opérations que nous venons de décrire.

En désignant par \mathfrak{I} l'intensité d'aimantation de la tige, par U son volume, on a :

$$\mathfrak{M} = \mathfrak{I}U; \text{ d'où } \bar{\epsilon} = \mathfrak{I}Uh.$$

D'autre part, si l'on désigne par T_0 et T_1 les températures initiale et finale de la tige, par c la chaleur spécifique de l'alliage de ferro-nickel, par m la masse spécifique, — la quantité de chaleur qu'il faut fournir à la tige et qu'il faut ensuite lui enlever pour décrire un cycle d'opérations a pour expression :

$$Q = cmU(T_1 - T_0).$$

Le travail produit par unité de chaleur a donc pour valeur :

$$\frac{\bar{\epsilon}}{Q} = \frac{\mathfrak{I}h}{cm(T_1 - T_0)}.$$

On voit qu'il est d'autant plus grand que l'intensité d'aimantation et le champ magnétique sont eux-mêmes plus considérables.

Le fer, l'acier et la fonte ont été l'objet de beaucoup d'expériences ayant pour but de déterminer les valeurs de \mathfrak{I} en fonction de h ; mais il n'en est malheureusement pas de même pour les alliages de fer et de nickel étudiés par M. Guillaume, et nous devons nous contenter de valeurs hypothétiques que nous choisirons en nous laissant guider par cette seule considération que le nickel est notablement moins magnétique que le fer. Nous admettons donc que le maximum de \mathfrak{I} est d'environ 1.000 unités C.G.S., tandis que celui du fer doux est égal à 1.500, à moins que le champ inducteur ne possède une intensité extrêmement considérable et ne devienne, par suite, difficile et coûteux à produire.

Cette dernière considération nous fera adopter pour le champ inducteur une intensité modérée, que nous fixerons à 1.000 gauss.

En ce qui concerne les facteurs qui entrent au dénominateur du second membre de l'équation qui

donne $\frac{\bar{\epsilon}}{Q}$, nous admettrons les valeurs suivantes :

$C = 0,12$, $m = 8$, $T_1 - T_0 = 50^\circ$. On trouve ainsi pour la valeur du travail mécanique (exprimé en ergs) produit par une dépense de chaleur égale à une petite calorie :

$$\frac{\bar{\epsilon}}{Q} = \frac{0,12 \times 8 \times 50}{1.000 \times 1.000} = 20.800 \text{ ergs.}$$

L'équivalent mécanique d'une petite calorie étant égal à 41.690.000 ergs, on voit que le travail mécanique utile ne représenterait que $\frac{1}{2.000}$ du travail

équivalent à la quantité de chaleur dépensée. Or, les plus mauvaises machines à vapeur consommant 30 kilos de vapeur par cheval-heure transforment en travail $\frac{1}{26}$ de la chaleur disponible; elles ont donc un rendement près de 80 fois aussi grand que celui que nous venons de trouver.

Ce n'est pas tout. Pour faire un moteur de un cheval-vapeur, il faudrait fournir par heure à l'alliage magnétique une quantité de chaleur égale à celle qui représente théoriquement le travail de un cheval pendant ce laps de temps (633 grandes calories), multipliée par l'inverse de la fraction $\frac{\bar{\epsilon}}{Q}$, soit 1.270.000 grandes calories.

Mais ce nombre ne représente que la moitié du flux de chaleur qui devrait traverser les pièces magnétiques alternativement chauffées et refroidies, car, après avoir fourni à ces pièces une certaine quantité de chaleur pour faire disparaître leurs propriétés magnétiques, il faudrait la leur enlever pour faire réapparaître ces mêmes propriétés, et ces échanges de chaleur doivent avoir lieu dans un temps beaucoup plus petit que celui qui représente la durée d'un cycle, sous peine d'abaisser beaucoup le rendement si faible que nous venons de trouver. Ce n'est donc pas un mouvement de 1.270.000 grandes calories par heure qui nécessiterait la production d'un travail de un cheval-vapeur, mais bien le double, soit 2.540.000 calories; et la durée des échanges de chaleur ne devrait certainement pas dépasser le quart du temps affecté à la production du travail mécanique, sous peine d'affaiblir beaucoup le rendement, ainsi que je l'ai dit plus haut, parce que, si l'échauffement et le refroidissement n'étaient pas presque instantanés, le travail produit par un déplacement donné des organes magnétiques aurait une valeur

inférieure à celle que nous avons calculée. Il faudrait donc employer des procédés de réchauffement et de refroidissement d'une extrême énergie et dont on pourra se faire une idée en les comparant à ce qui se passe dans les foyers de locomotion où un mètre carré de surface de chauffe donne passage à 200.000 calories environ dans une heure au maximum.

Ainsi, en résumé, dans les hypothèses où nous nous sommes placé, la production d'un travail de un cheval-vapeur exigerait une dépense de chaleur de 1.270.000 calories par heure, ce qui équivaut à la quantité totale de chaleur produite par la combustion de 150 kilos de houille.

II

Les résultats de ces calculs sont de nature à faire abandonner tout espoir de tirer parti des propriétés magnétiques si remarquables des alliages de ferro-nickel en ce qui concerne leur application à la transformation de la chaleur en travail mécanique. Cependant, je vais montrer que l'on peut les améliorer considérablement : 1° en augmentant l'intensité du champ magnétique ; 2° en employant un mode de chauffage et de refroidissement particulier ; 3° en faisant passer successivement le corps qui sert de véhicule à la chaleur sur une série de tiges constituées par des alliages dont la teneur en nickel varie suivant une loi déterminée au moyen de la formule (due à M. Guillaume) ¹.

Examinons ces trois moyens d'augmenter le rendement.

1. Augmentation de l'intensité du champ magnétique. — Le travail mécanique développé pendant un cycle étant proportionnel à l'intensité h du champ, tandis que la quantité de chaleur nécessaire pour faire disparaître les propriétés magnétiques des alliages de ferro-nickel en est sensiblement indépendante, on peut dire, sans commettre d'erreur notable, que le rendement économique est proportionnel à l'intensité du champ.

Donc, si cette intensité atteignait 10.000 unités au lieu de 1.000, le rendement serait multiplié par 10. Cette intensité de 10.000 unités, bien que très considérable, pourrait cependant être atteinte sans exiger l'emploi de moyens extraordinaires, mais il est certain qu'elle ne saurait être obtenue avec de simples aimants permanents. Cependant nous omettrons à dessein de tenir compte de la dépense d'énergie qu'elle entraînera forcément.

2. Moyens employés pour fournir ou pour enlever la chaleur à l'alliage magnétique. — Nous avons vu

que, avec le rendement de $\frac{1}{2.000}$, la production d'une puissance de un cheval-vapeur exigerait la mise en œuvre de moyens de chauffage ou de refroidissement d'une extrême énergie. Si le rendement était porté à $\frac{1}{200}$ par suite de l'emploi d'un champ de 10.000 unités, la quantité de chaleur qu'il faudrait céder ou soustraire à l'alliage magnétique serait évidemment dix fois moindre ; mais elle conserverait encore une valeur si considérable qu'on ne pourrait raisonnablement essayer de l'emprunter directement aux produits de la combustion, à cause de leur faible chaleur spécifique par unité de volume. L'échauffement de la masse magnétique doit être presque instantané ainsi que son refroidissement. Or, il n'existe qu'un procédé qui permette de céder ou de retirer à un corps de petit volume une quantité de chaleur considérable dans un temps très court : c'est de le mettre en contact avec un liquide notablement plus chaud ou plus froid que lui, et d'avoir, en outre, soin de diviser le corps en lames de faible épaisseur ou en fils de petit diamètre pour accroître autant que possible le rapport de la surface par laquelle se font les échanges de chaleur au volume du corps. Ce procédé permet, en outre, de faire varier alternativement la température du corps entre deux limites déterminées sans consommation notable de chaleur, à moins toutefois que sa chaleur spécifique ne soit pas une fonction de la température seule (et c'est ce qui a lieu lorsque le corps produit un travail mécanique).

C'est d'ailleurs le principe des régénérateurs de chaleur employés autrefois dans les machines à air chaud. Mais, pour que ce procédé donne les résultats économiques que l'on attend de lui, il faut remplir les conditions suivantes : 1° le corps que l'on veut échauffer ou refroidir ne doit pas conduire la chaleur dans le sens du mouvement du liquide thermophore, de manière que sa température puisse décroître suivant une loi logarithmique dans le sens du mouvement sans que ses différentes parties tendent à se mettre en équilibre de température ; il doit au contraire être conducteur dans le sens perpendiculaire au mouvement du liquide ; 2° on doit éviter toutes les causes de tourbillonnement du liquide thermophore, pour que les tranches qui sont animées d'un même mouvement de translation n'aient aucune tendance à se mélanger, à se mettre en équilibre de température.

3° Il doit exister une relation définie entre la masse du thermo-aimant, les écarts des températures extrêmes qui font varier son moment magnétique et la quantité de liquide thermophore mis en mouvement pendant un cycle. Si cette relation

¹ Donnée dans ma Note à l'Acad., loc. cit.

n'était pas observée, il pourrait en résulter une grande diminution d'effet utile.

Les deux premières conditions sont assez faciles à remplir en constituant le thermo-aimant d'une série de lames ayant une très faible épaisseur, une largeur de 10 à 15 millimètres dans le sens du mouvement du liquide, et séparées par un intervalle de 2 à 3 millimètres à peine.

Enfin, pour que le déplacement du thermo-aimant dans le champ magnétique soit faible pendant que se font les changements de température, il faudra probablement lui imprimer un mouvement alternatif comme au piston d'une machine à vapeur; les échanges de chaleur se feraient alors aux extrémités de la course. La circulation du liquide thermophore serait alternative et commandée par un piston mis en mouvement par une manivelle calée à angle droit sur la manivelle motrice.

3. *Emploi simultané de plusieurs thermo-aimants fonctionnant à des températures différentes.* — Le principe de Carnot est-il applicable aux phénomènes mis en jeu dans le moteur thermo-magnétique? Cela est extrêmement probable, puisque jusqu'ici les conséquences qu'on en a tirées lorsqu'on l'a appliqué à l'étude des manifestations diverses de l'énergie, dans lesquelles il y a transformation de chaleur en travail mécanique, ont toujours été vérifiées. S'il en est encore ainsi dans le cas actuel, le rendement économique du moteur thermo-magnétique ne peut atteindre une valeur élevée qu'à la condition que l'écart des températures entre lesquelles oscille le thermo-aimant pour perdre ou pour recouvrer complètement ses propriétés magnétiques, soit le plus grand possible. Or, cet intervalle, pour les alliages de fer-nickel, n'est que de 50°; mais, en faisant varier la proportion de nickel, on peut modifier à volonté la valeur absolue des températures extrêmes, leur différence restant toujours égale à 50°.

On peut ainsi, grâce à la formule de M. Guillaume, déterminer la teneur en nickel d'une série d'alliages tels que le plus riche d'entre eux perde ses propriétés magnétiques à 350° et les recouvre complètement à 300°, tandis qu'un second alliage les perdra à 300° et les reprendra intégralement à 250°, et ainsi de suite. On arrivera ainsi au dernier alliage de la série pour lequel les températures extrêmes seront 150° et 100°. La chute de température du liquide thermophore atteindra ainsi 250° et le rendement sera cinq fois aussi grand que si l'on employait seulement le premier des alliages. On pourrait même descendre plus bas que 50° et réaliser un alliage dont le cycle serait compris entre 100° et 50°.

Ce procédé permettrait donc de sextupler le ren-

dement économique dont nous avons donné la valeur au commencement de cet article; comme, d'autre part, ce même rendement peut être multiplié par 10, en employant un champ magnétique de 10.000 unités on voit que le coefficient $\frac{1}{2.000}$, dont nous avons donné d'abord la valeur comme représentant la fraction de la chaleur déplacée transformée en travail, deviendrait $\frac{10 \times 6}{2.000} = 0,03$, *même quand on n'emploierait pas le mode d'échauffement et le refroidissement décrit ci-dessus.*

111

En résumé, on voit que, s'il n'est pas impossible d'utiliser les curieuses propriétés thermo-magnétiques des alliages de fer-nickel pour transformer la chaleur en travail mécanique, il faudra vaincre de très grandes difficultés pour obtenir des résultats réellement pratiques.

La question de la transformation directe de la chaleur en travail électrique présente une étroite connexité avec celle que je viens d'étudier, mais elle est beaucoup plus difficile à traiter directement; il est d'ailleurs presque évident que les conclusions auxquelles je viens d'arriver s'appliquent également à ce second mode de transformation.

Je dois dire que ce n'est pas la première fois que l'on pense à utiliser les propriétés thermo-magnétiques soit du fer soit du nickel, pour transformer la chaleur en travail mécanique ou en travail électrique. M. Edison a essayé de résoudre ce problème¹ en se servant de la propriété que possède le fer de cesser d'être magnétique vers 750°. Mais aucune des conditions nécessaires soit pour obtenir un rendement économique acceptable, soit pour assurer la rapidité des changements de température, n'a été remplie. M. Nodon m'a écrit, à la suite de la publication de ma première Note sur ce sujet, qu'il avait déposé en 1890 un pli cacheté à l'Académie des Sciences, dans lequel il décrivait un procédé consistant dans l'emploi d'une toile métallique en nickel pur servant à fermer un circuit magnétique. Cette toile métallique était alternativement échauffée et refroidie au moyen d'un courant d'air, et les variations du flux de force magnétique qui résultaient des variations de température ainsi produites servaient à engendrer un courant alternatif.

Marcel Deprez,

de l'Académie des Sciences,
Professeur d'Electricité industrielle
au Conservatoire des Arts et Métiers.

¹ La Nature a publié, en 1888, un article dans lequel se trouvent décrits des dispositifs employés par ce savant.

REVUE ANNUELLE DE MÉDECINE

I. — TUBERCULOSE.

Ce sont les manifestations viscérales de cette affection et en particulier la tuberculose pulmonaire, qui attirent le plus souvent l'attention. On sait, depuis longtemps, que la tuberculose peut affecter tous les organes sans exception, mais la rareté des cas de tuberculose de certains d'entre eux a, jusqu'ici, laissé dans l'ombre des faits qui viennent utilement compléter l'histoire clinique de la maladie. Telle est la tuberculose des muscles. Les observations de myosite tuberculeuse se comptent. C'est à peine si l'on peut en trouver une trentaine dans la littérature médicale. Cependant au fur et à mesure qu'on s'accoutume à envisager la possibilité de cette affection, depuis que la preuve certaine de la nature de la maladie peut être fournie par l'enquête bactériologique, les cas de myosite tuberculeuse gagnent en intérêt ce qu'ils perdent en rareté. Les travaux tout récents de Hémiery et de Grout ont remis cette question en vedette¹.

La tuberculose musculaire peut être consécutive à une lésion tuberculeuse de voisinage, dont le point de départ est généralement osseux. Il s'agit d'une véritable effraction, de la propagation du foyer tuberculeux dans un des muscles voisins. C'est ainsi que la tuberculose musculaire est secondaire à une tumeur blanche, comme dans les cas de Cless, où le soléaire avait été atteint après l'articulation tibio-tarsienne. Elle peut suivre une coxalgie et déterminer une psoriasis spécifique (Rapp), la tuberculose des muscles fessiers (Marchand), etc. Bref, la myosite tuberculeuse se trouve secondairement à des lésions de même nature des os, des synoviales, des ganglions.

Primitive, elle est beaucoup plus rare. Elle forme une localisation de la maladie, soit parfaitement isolée, solitaire, soit accompagnée d'une manifestation viscérale dont le siège est quelquefois très éloigné du muscle atteint. Cette dernière variété est beaucoup plus fréquente que la première, qui est exceptionnelle et sur laquelle on n'a pas de certitude absolue, car il est difficile d'être assuré qu'il n'existe pas, perdu dans les organes, un minime foyer de tuberculose.

La caractéristique de la tuberculose d'un muscle, c'est la présence du bacille de Koch au niveau de la lésion. Or, en négligeant l'éventualité rare de l'apport du bacille par une inoculation traumatique

extérieure, la fixation du bacille en plein tissu musculaire ne peut se faire qu'à la condition que l'agent pathogène y soit amené par les liquides mêmes de l'organisme. Cette condition est réalisée par la pénétration du bacille dans le sang (tuberculose hémotogène) au niveau d'une lésion tuberculeuse pulmonaire ou autre et par le cheminement du bacille dans les méandres de ce système compliqué de drainage, que représentent les lymphatiques. Une fois fixé dans le tissu musculaire, il colonise; et, peu à peu, le foyer tuberculeux se forme. Il faut toutefois remarquer que le muscle présente un terrain peu propice au développement du bacille de Koch (comme, d'ailleurs, de tous les autres bacilles), car si le mode d'infection était aussi simple que je viens de le dire, les complications musculaires de la plus banale des maladies seraient autrement fréquentes qu'elles ne le sont. On ne sait au juste à quoi le muscle doit ses propriétés réfractaires; peut-être au pouvoir bactéricide de son suc, ou à l'activité de sa circulation, ou à son travail mécanique. On s'ingénie donc à trouver les causes qui, dans les cas observés, ont amené ou plutôt favorisé la contamination du muscle. La plupart du temps un traumatisme quelconque a précédé l'infection musculaire. Aussi, peut-on supposer que la rupture des fibres musculaires et, partant, des capillaires, a fait épancher des bacilles en même temps que le sang dans le tissu; ou bien que le muscle, mis de ce fait en état pathologique, n'a plus offert sa résistance habituelle à l'infection. Lans et de Quervain ont même incriminé la seule fatigue musculaire. Ce sont, d'ailleurs, les muscles les plus puissants qui sont le plus souvent atteints. On a un bel exemple de cette localisation sur les muscles de grande activité fonctionnelle dans l'observation publiée par le Professeur Lannelongue de tuberculose du diaphragme.

Delorme a décrit quatre formes anatomiques sous lesquelles se présente la tuberculose des muscles. 1° Le nodule tuberculeux, souvent multiple, petit et dur au début, s'accroissant lentement et susceptible d'évoluer vers la caséification. — 2° L'abcès froid, de dimensions plus considérables, souvent formé par la réunion de petits abcès voisins, finissant par constituer de vastes poches irrégulières, à diverticules contournant les os (Lejars). — 3° La myosite fongueuse, où le parenchyme musculaire est converti en une bouillie sanieuse. — 4° La sclérose du muscle qui forme une tumeur compacte, fibreuse.

Pourquoi ces variétés? On ne sait encore ce qui

¹ CHARLES GROUT: *Contribution à l'étude clinique de la myosite tuberculeuse*. Paris, Carré et Naud, 1897.

HÉMIERY: *De la tuberculose des muscles*. Paris, Jouve 1898.

régit la production de ces diverses formes qui, toutes, dérivent de la première, le nodule initial.

La tuberculose musculaire évolue insidieusement, sans produire de phénomènes généraux, sauf dans les stades les plus avancés. Elle est souvent accompagnée de lésions plus importantes par leur siège viscéral. Ce sont celles-ci qui en rendent le pronostic réservé, car l'abcès musculaire tuberculeux, considéré isolément, est accessible à la thérapeutique. Elle consiste en des ponctions suivies d'injections antiseptiques (iodoforme) ou mieux encore en l'excision complète du foyer.

II. — LÈPRE.

Il y a quelques années à peine, quand on voulait vanter la puissance humaine et montrer qu'elle pouvait venir à bout des fléaux les plus tenaces, la lèpre venait à propos fournir un argument excellent. La lèpre a disparu, disait-on. Et nul contradicteur ne se levait. On savait bien pourtant qu'il y avait encore quelques points perdus à la surface du globe où l'on comptait des lépreux, que des léproseries existaient dans l'Inde, en Norvège, en

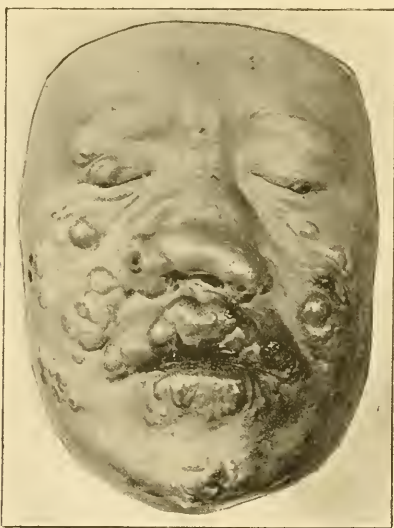


Fig. 1. — Tubercules lépreux de la face. (Moulage du Musée de l'Hôpital Saint-Louis¹.)

Russie, à Constantinople même. Mais ces choses lointaines et rares ne préoccupaient personne. Et

à Paris, pendant de longues années, la curiosité était satisfaite et l'instruction parfaite quand on avait été contempler un des lépreux qui, de temps à autre, arrivaient à l'hôpital Saint-Louis (fig. 4 à 6.)

Aujourd'hui, on s'aperçoit que nous avons côtoyé

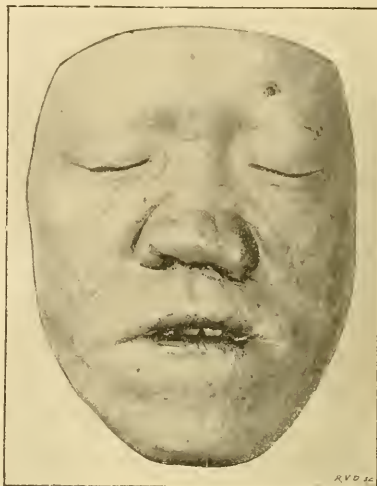


Fig. 2. — Face du même malade (fig. 1) pendant une rémission de l'éruption lèpreuse. (Moulage du Musée de l'Hôpital Saint-Louis.)

des lépreux sans le savoir, que nous les avons observés médicalement sans soupçonner un seul instant la lèpre et que nous les avons rangés dans d'autres catégories nosologiques. La découverte du microbe de la lèpre par Hansen a dessillé les yeux : on a vu alors que la lèpre, sans être commune, n'était plus la rareté d'autrefois. On se remit à étudier la lèpre. Il y a dix ans, à la tribune de l'Académie, M. Besnier en proclamait le caractère contagieux, vérité que l'humanité s'était transmise par tradition pendant une longue série de siècles et que quelques années d'interprétation erronée des faits avaient suffi à perdre. Ces derniers jours, M. Jeanselme¹, dans une série de leçons très instructives, reprenait cette question et donnait cet avertissement plein d'à-propos : « Si nous reportons notre attention de la France continentale vers notre empire colonial, nous voyons que la lèpre règne à l'état endémique dans la plupart de nos possessions. Rare en Algérie et en Tunisie, elle sévit avec intensité au Gabon, à Madagascar, au Tonkin, aux Antilles et à la Guyane. Elle s'infiltré peu à peu en Nouvelle-Calédonie, et, si l'on n'y

¹ Ces figures sont tirées du travail de M. Jeanselme sur la lèpre (*Presse Médicale* des 13 et 16 Octobre 1897). Nous les devons à la gracieuse obligeance de M. le D^r Jeanselme et de ses éditeurs, MM. Carré et Naud; nous leur adressons ici tous nos remerciements.

¹ E. JEANSELME : La lèpre, in *Presse médicale*, 13 octobre 1897 et suiv., p. 221.

prend pas garde, la lèpre deviendra un véritable péril colonial. »

On ne s'est, d'ailleurs, pas mépris sur la valeur de cette renaissance d'un fléau atténué; et, en octobre dernier, une Conférence de la Lèpre fut tenue à Berlin. M. Ernest Besnier y apporta un rapport mémorable sur l'hérédité et la transmissibilité de la lèpre. Les points principaux en sont importants à connaître.

La lèpre est une maladie spécifique, causée par le bacille de Hansen. C'est dans l'organisme humain, où il trouve un milieu plus ou moins favorable à sa vie, que ce bacille subsiste et se reproduit. Aussi toujours « la lèpre vient du lépreux; là où il n'y a pas de lépreux, on ne prend pas la lèpre » (Besnier). De quelque façon que se fasse la contagion, elle est due à la transmission du bacille. Et on peut prendre celui-ci avant comme après la naissance. Il y a donc la lèpre héréditaire et la lèpre acquise.

L'hérédo-lèpre a des conséquences variables. Le rejeton issu du lépreux peut ne jamais présenter de manifestations lépreuses, mais naître dans des conditions de viabilité amoindries, porter des tares

subit une modification de ses humeurs, une sorte de vaccination *in ovo*, qui le rendent à tout jamais réfractaire à la lèpre, ou font que si, plus tard, il gagne le mal, il y résistera mieux que tout autre. L'influence morbide est, dans certains cas, à la fois si prolongée et si atténuée qu'elle transmettra les mêmes dégénérescences à des séries successives

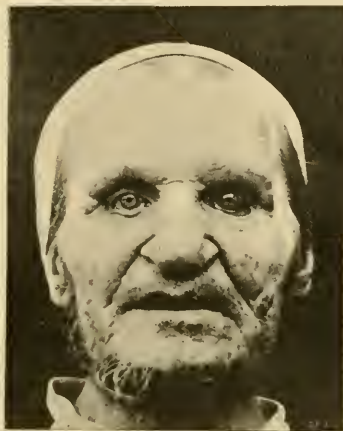


Fig. 4. — Lèpre. Paralyse de l'orbiculaire des paupières.

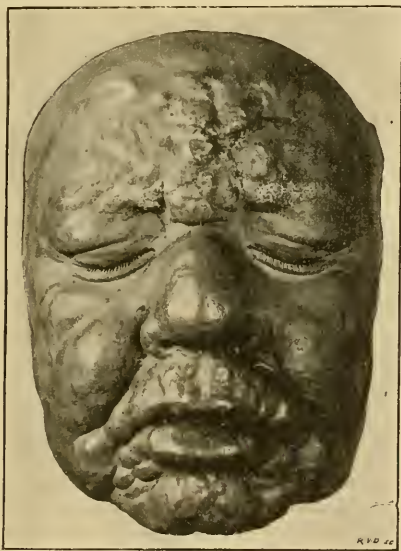


Fig. 3. — Infiltration lépromateuse de la face, réalisant l'aspect appelé « MASQUE LÉONIN. » Moulage du Musée de l'Hôpital Saint-Louis.

dégénératives, qui ne permettent plus sa croissance et limitent sa vie. Cet avorton mourra athreptique. Ce n'est plus là de la lèpre vraie; c'est une cachexie paralépreuse, suivant l'expression de Zambaco-Pacha. D'autres fois, l'enfant né de parents lépreux

de générations, mais qu'elle ne sera plus capable de faire naître un foyer de contagion morbide: c'est la parahérédo-lépre.

Le rejeton issu de lépreux peut, au contraire, présenter des manifestations lépreuses. Il a pris alors la maladie directement; le bacille même s'est transmis de ses ascendants à lui: c'est l'hérédité vraie, la lèpre par hérédo-contagion.

La lèpre héréditaire congénitale ou précoce, celle dont on peut constater les manifestations, dès la naissance ou dans les mois et même les années qui suivent, est très rare. Le Rapport sur la lèpre dans l'Inde ne comporte que 49 observations de lépreux âgés de moins de six ans sur 2.371 cas. Les notes de Zambaco-Pacha relatives à la progéniture des lépreux comprennent quelques observations d'enfants lépreux quelques jours après la naissance ou dès leur venue au monde.

La lumière n'est pas encore faite sur les cas de lèpre atavique ou ancestrale, où la maladie apparaîtrait sans contage chez des sujets âgés comptant des lépreux parmi leurs ascendants.

La contagion de la lèpre s'exerce essentiellement par la pénétration du bacille de Hansen dans un organisme sain. Il peut y être apporté par une multitude de contacts directs ou indirects, par l'intermédiaire de tous les objets qu'un malade a

souillés. Il semble que ce soit principalement au niveau des cavités bucco-pharyngées ou nasales que se fasse l'introduction du bacille. Et longtemps la première manifestation lépreuse peut y rester latente, sans y être découverte même par des examens superficiels répétés.

Une fois entré dans l'organisme, le bacille de Hansen y trouve des conditions plus ou moins favorables à son développement. Il reste un certain temps, quelquefois fort long, dans une période d'inactivité, — en hivernage, — suivant la démonstrative locution de M. E. Besnier. On n'est pas encore bien fixé sur la durée de cette incubation. Il est possible qu'elle soit plus courte qu'on le croit et que la maladie semble latente parce que nous ne savons pas en saisir assez tôt les premières manifestations.

Toutefois — et heureusement — la contamination lépreuse n'est ni aussi rapide ni aussi subtile que la plupart des maladies contagieuses. Cependant, à Paris même, le nombre des lépreux, extrêmement restreint jadis, s'accroît d'année en année. D'après

10 lépreux sont entrés audit hôpital. Cet accroissement inquiétant ne provient pas de l'augmentation des cas de lèpre autochtone, mais de nos rap-

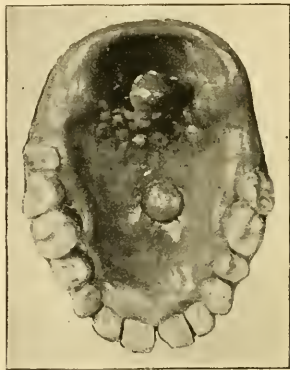


Fig. 6. — Lèpre. Altérations de la voûte palatine. Moulage du Musée de l'Hôpital Saint-Louis.)



Fig. 5. — Lèpre. Atrophie de la main et déformation en GRIFFE CUBITALE.

les indications de M. Hallopeau, la progression est la suivante : A l'hôpital Saint-Louis, on ne vit, du début de ce siècle jusqu'en 1860, que 6 lépreux ; — de 1862 à 1878, 9 ; — et de 1887 à 1896, 25 environ. Enfin, dans le seul premier semestre de 1897,

ports beaucoup plus intimes que jadis avec les pays à lèpre. Cependant, M. Hallopeau signale un petit foyer français dans la région niçoise. Jusqu'ici on n'a vu naître à Paris même aucun cas de lèpre. Mais le danger est prévu, et l'on s'occupe des moyens de défense qu'on peut opposer à l'extension du mal, surtout dans les pays où la lèpre est rare et presque toujours importée. Dans les contrées où la lèpre est endémique, la protection est plus difficile. M. Thibierge a proposé une série de mesures à prendre pour assurer cette défense. Ces mesures sont de trois catégories ; elles concernent : les premières, la police sanitaire ; les deuxièmes, l'isolement et l'hospitalisation des lépreux ; les autres, l'hygiène individuelle.

La police sanitaire, si elle s'exécutait strictement, devrait arrêter tout lépreux aux frontières terrestres ou maritimes d'un pays indemne. Mais la chose est impossible tant au point de vue moral que dans la pratique. Aussi ne peut-on que s'appliquer à connaître tous les lépreux qui y entrent, de façon à leur donner les indications nécessaires à leur propre traitement et à la garantie d'autrui. Toutes les fois que le lépreux, qui rapporte son affection des colonies, appartient à une administration civile ou militaire, la connaissance du cas peut être assez facilement obtenue et le malade surveillé. Mais combien d'autres resteront inconnus !

L'hospitalisation et l'isolement des lépreux ne peuvent être rendus obligatoires, ce serait revenir aux léproseries du Moyen-Age. Cependant, ils pourraient tout au moins apprendre dans des services spéciaux les soins qu'ils doivent avoir pour eux-

mêmes et les moyens d'empêcher la propagation de l'affection. Il faut s'opposer à la dissémination des bacilles, et, pour cela, détruire tous les produits de sécrétion, qui sont bacillifères. Ces conditions sont réalisées par le pansement occlusif des plaies suppurantes, la destruction par le feu des pièces de pansement et la désinfection des linges et vêtements ayant servi à des lépreux.

III. — COQUELUCHE.

La contagiosité de la coqueluche, si généralement reconnue, a fait penser que l'agent causal de cette affection était de nature parasitaire. De temps en temps apparaissent les résultats de recherches sur le parasite de la coqueluche et, depuis trente ans, chaque fois qu'un élément infectieux, tantôt bactérie, tantôt microphyte, fut signalé comme spécifique, les expériences ultérieures de contrôle le firent rejeter. La découverte par Afanassiew (1887) d'un petit bacille qu'il put isoler et cultiver et qui, inoculé dans la trachée de chiens et de lapins, déterminait une affection fébrile grave, analogue, dans ses symptômes grossiers, à la coqueluche, sembla un moment définitive. Les expériences d'Afanassiew avaient été confirmées par Sentschenko, puis par Wendt, en 1888; et le *Bacillus Tussis convulsivæ* avait presque pris droit de cité en Pathologie, lorsque Ritter (1892) revint sur cette question et présente un autre microbe tiré du mucus trachéal et dont l'inoculation intra-trachéale donnait aux animaux des quintes coqueluchoïdes. En même temps, il déniait tout pouvoir spécifique au microbe d'Afanassiew, l'ayant trouvé en dehors de la coqueluche.

En 1896, Diehler et Kourloff donnèrent, comme le parasite de la coqueluche, un organisme tout différent des bactéries. C'était un protozoaire se trouvant dans l'expectoration des coquelucheux et constitué par un corps protoplasmique doué de mouvements amiboïdes et muni de cils vibratiles.

Une épidémie récente survenue à Königsberg a permis à Czaplewski et Hensel de contrôler les précédentes assertions. La partie compacte des crachats, après plusieurs lavages successifs dans de l'eau peptonisée, était ensemencée sur du sérum de Löffler. Dès le lendemain, on y voyait une culture. C'est un petit bacille à extrémités arrondies, offrant quelque analogie avec le microbe de l'influenza, mais ayant des caractères culturels différents. Jeune, il a la forme d'un petit coccus; adulte, celle d'un bâtonnet. Ce microbe est immobile. Il se colore par la plupart des couleurs d'aniline, et n'est pas décoloré par la méthode de Gram.

Tout à fait différent du bacille d'Afanassiew et

du diplocoque de Ritter, il rappelle beaucoup le petit bacille à étranglement médian, qui avait déjà été donné par Burger, en 1883, pour l'agent spécifique de la coqueluche.

L'expérimentation animale a fourni des résultats négatifs; mais les auteurs ont, pour défendre la valeur pathogène de leur bacille, deux arguments importants : sa présence constante dans tous les cas de coqueluche qu'ils ont examinés, et sa présence chez des enfants qui, n'ayant, au moment de l'examen bactériologique, aucun signe caractéristique de coqueluche, ont, néanmoins, été atteints de cette affection quelques jours après.

IV. — PALUDISME.

La découverte, par Laveran, de l'hématozoaire du paludisme, a précisé d'une façon toute spéciale l'orientation des recherches médicales dans cette affection si répandue à la surface du globe, et dont nous pouvons fréquemment, même dans nos contrées où elle est devenue plus rare, observer les conséquences. Outre qu'on peut encore relever sur la carte de France bien des régions où le paludisme sévit endémiquement (embouchure de la Loire, Vendée, Landes, Camargue, Sologne, etc.), l'extension de nos relations coloniales augmente chaque jour le nombre des individus affectés. Depuis nos campagnes au Tonkin et surtout au Sénégal, au Dahomey et à Madagascar, les services parisiens hospitalisent beaucoup plus de palustres qu'autrefois.

L'antiquité présumait déjà la nature parasitaire des fièvres palustres. Les organismes animaux ou végétaux auxquels furent attribués, depuis un siècle, les fièvres des marais, sont très nombreux. La glorieuse découverte de Laveran eut lieu en 1880, à Constantine. Soumise à des critiques multiples, elle sortit enfin victorieuse de toutes les expériences de contrôle qui ont été faites depuis quinze ans dans toutes les contrées du monde et, aujourd'hui, elle est définitivement classée parmi nos connaissances les plus solides.

Laveran, frappé de ce que le sang des sujets morts d'accès palustres était riche en éléments pigmentaires, chercha dans le sang le parasite soupçonné de la malaria et y trouva l'hématozoaire auquel on a justement donné son nom.

L'hématozoaire de Laveran¹ se présente dans le sang sous diverses formes, qui répondent aux diverses étapes de la vie du parasite. C'est d'abord un petit corps sphérique et clair, compris dans la

¹ Toutes les connaissances relatives au paludisme sont réunies dans un excellent ouvrage paru cette année même : A. LAVERAN : *Traité du paludisme*. Paris, Masson, 1897.

substance même du globule rouge qu'il altère. Ce corpuscule, en grossissant, se charge d'un ou plusieurs grains de pigment noir, tout en restant dans l'hématie. Au fur et à mesure que le parasite s'accroît, la substance de l'hématie se raréfie et se décolore, puis l'hématozoaire devient libre. Il est doué de mouvements amiboïdes. En poursuivant son évolution, il se divise en segments assez réguliers, pendant que ses bords se frangent. Il donne alors une figure analogue à une rosace, disposée comme une fleur de marguerite vue de face. Outre ces corps sphériques, on voit d'autres éléments plus ou moins effilés et souvent incurvés en croissant. Ils sont libres ou accolés à une hématie. Des corps sphériques ainsi que des croissants naissent des filaments doués d'une grande mobilité, les flagelles, qui finissent par se détacher et par se mouvoir librement dans le sang. Pour Manson, ce serait là la forme embryonnaire du parasite : les flagelles se fixeraient dans un globule et y reproduiraient les stades successifs précédents. Ils peuvent subir une période d'enkystement plus ou moins longue, ce qui explique les réveils imprévus du paludisme chez les sujets qui, depuis longtemps, ont quitté les pays à fièvres.

On ne sait encore exactement quelles sont les conditions de la vie de l'hématozoaire, en dehors de l'organisme humain. Jusqu'ici, on n'a pu réussir à le cultiver sur des milieux artificiels, et les inoculations aux animaux ont été négatives. Les divers points obscurs qui subsistent encore dans l'histoire naturelle de ce parasite ont empêché de lui donner une place définitive dans la classification animale. Il appartient à la classe des Protozoaires et, parmi ceux-ci, quelques auteurs des plus autorisés, dont Metchnikoff, le rangent dans les Coccidies.

Les anciens pensaient que l'air jouait un grand rôle dans la diffusion du paludisme. C'est de cette idée que vient la dénomination *malaria*. Bien qu'on ne puisse catégoriquement nier l'influence de l'air sur le transport des germes morbides, ce mode de propagation a perdu beaucoup de partisans. L'eau, par contre, a gardé une place très importante comme agent vecteur du paludisme. Et il y a des observations nombreuses et indiscutables d'infection palustre par l'eau prise en boisson. La difficulté de trouver l'hématozoaire du paludisme ailleurs que dans le sang de l'homme, a fait penser à Laveran que, comme beaucoup d'autres parasites, il pouvait vivre sous une forme autre dans certains organismes animaux. La découverte de Manson relative à la propagation des embryons de filaires par l'intermédiaire des moustiques le porta à incriminer ces insectes. Laveran ne croit pas qu'un moustique puisse directement porter l'hématozoaire d'un sujet à un autre; mais, en se gorgeant de sang

palustre et en allant ensuite mourir dans l'eau, il contamine cette eau qui, bue plus tard, apporte avec elle les germes palustres. Les expériences de Ross, si curieuses qu'elles mériteraient d'être rapportées tout au long, sont positives à cet égard. Ross constata la présence d'hématozoaires en croissants dans l'estomac de moustiques, la transformation rapide de ces croissants (en vingt minutes) en corps sphériques qui, trente minutes après, avaient émis nombre de flagelles. Ayant mis des moustiques dans de l'eau pour qu'ils y pondent et y meurent, Ross fit boire un peu de cette eau à un homme qui, onze jours après, eut un accès paludéen de trois jours de durée avec hématozoaires dans son sang. Pour d'autres maladies que le paludisme, mais causées elles aussi par un hématozoaire, la contamination directe par certaines mouches est un fait acquis. La contagion du paludisme ne se fait pas par contact, mais elle est possible par inoculation. L'injection intra-veineuse à un sujet sain d'un centimètre cube de sang palustre est, la plupart du temps, suivie, dix ou douze jours après, d'accès de fièvre palustre quelquefois de même type, tierce ou quarte, que la fièvre de l'individu qui a fourni le sang infecté. Ce délai d'une dizaine de jours correspond assez exactement à l'incubation normale du paludisme. On peut, en effet, prendre la fièvre quelques heures après avoir été exposé à l'action du germe malarique; mais les annales militaires sont riches en observations d'épidémies de troupe ou de bord éclatant dix, douze, quinze jours après qu'un poste ou un équipage a quitté un lieu à fièvre. La question d'immunisation par une attaque antérieure ne paraît pas exister dans le paludisme comme dans un grand nombre de maladies microbiennes. Plus on a présenté de manifestations palustres, plus on est sujet à subir les atteintes de l'hématozoaire. Aussi la guérison des palustres est-elle si difficile à obtenir tant qu'ils restent dans les pays à fièvre.

L'hématozoaire de Laveran, par les recherches qu'il a suscitées tant en Médecine qu'en Histoire naturelle et en Pathologie comparée, a fixé l'attention sur d'autres parasites de cette même classe des Protozoaires. En Médecine humaine, nous avons déjà vu, dans les revues antérieures, ces organismes jouer un rôle considérable, mais qui demande confirmation, dans la genèse du cancer. D'autres espèces ont été signalées dans des maladies diverses, dans l'anémie pernicieuse, la dysenterie, les affections causées par des Coccidies.

Chez les animaux, les hématozoaires ont pu être étudiés avec plus de précision. Le sang de la grenouille en contient plusieurs espèces, parmi lesquelles la distinction n'est pas encore absolue. Les lézards, les serpents et surtout la tortue des marais,

présentent souvent des hématozoaires qui ont été particulièrement étudiés par Danilewsky. Les oiseaux de nos pays, pigeons, etc., ont des parasites du sang qui offrent la plus grande analogie de forme et d'évolution avec l'hématozoaire de Laveran, mais qui ne paraissent pas avoir de rapports avec le paludisme. Les grands animaux, mouton, chien, cheval, chameau, bœuf, subissent, dans certaines régions, des épizooties qui ont été autrefois attribuées à la fièvre intermittente même (malaria des bovidés) et qui sont précisément causées par des parasites du sang. De ce nombre sont la fièvre du Texas et le surra qui, aux Indes, frappe les chevaux, les chiens, l'éléphant. Le nagana, maladie que provoque la piqûre de la mouche tsé-tsé sur les chevaux de l'Afrique méridionale, offre un bel exemple de la transmission d'une maladie par les insectes. Due à un oïzoaire très différent de l'hématozoaire de Laveran, le Trypanosome, elle est apportée à l'animal sain par la mouche qui vient de sucer le sang d'un animal malade. Il y a dans tous ces faits des analogies évidentes : elles seront mises à profit, et l'analyse des phénomènes morbides chez les animaux aidera puissamment à l'étude du paludisme humain.

V. — BLEU DE MÉTHYLÈNE.

Depuis vingt ans, les couleurs d'aniline ont pris une importance colossale. Elles ont été l'objet de travaux scientifiques considérables, d'applications industrielles innombrables et sont entrées dans le domaine médical à la faveur des recherches de laboratoire. Elles ont d'abord été employées comme simples réactifs colorants sur les tissus morts ou sur les microorganismes. Leur action sur la vitalité des microbes en même temps que leur innocuité relative sur les organes, les ont fait essayer comme antiseptiques. Elles n'ont pas jusqu'ici complètement satisfait à cette dernière épreuve; mais leur place est désormais acquise dans la matière médicale.

Parmi ces couleurs d'aniline, le bleu de méthylène a été particulièrement étudié, et les faits intéressants relevés au cours de ces travaux méritent de retenir l'attention¹.

Le bleu de méthylène est relativement peu toxique. Il faut, suivant Combemale, dépasser la dose de 0 gr. 3 par kilo d'animal pour obtenir des accidents mortels.

Chez l'homme, on n'emploie jamais des doses comparables, puisqu'on ne dépasse guère 0 gr. 50 à 1 gramme comme dose quotidienne et totale¹. Galliard a cependant signalé quelques malaises, nausées, vomissements et de l'albuminurie. Un des effets les plus constants de l'absorption de ce produit est le ténésme vésical. Le bleu de méthylène paraît avoir une action sédative assez marquée sur le système nerveux, mais son action nerveuse est peu connue.

Les expériences de Combemale ont montré un effet manifeste sur le sang des animaux. Chez les chiens, le sérum n'est pas coloré par le bleu; à peine quelques globules rouges ont-ils fixé la couleur. Bien qu'on ne retrouve pas dans le sérum les raies spectrales caractéristiques du bleu de méthylène, le spectre sanguin ne montre plus les raies d'absorption de l'oxyhémoglobine : celles-ci ont été remplacées par celles de la méthémoglobine. Cette réaction met un certain temps à se produire, neuf heures environ, chez les chiens ayant pris 0 gr. 50 par kilo de leur poids. Elle met en évidence l'altération de l'hémoglobine du sang.

Le bleu de méthylène introduit dans l'organisme s'élimine par l'intestin et par la sécrétion urinaire. L'élimination en est rapide, car, une demi-heure après l'injection de 2 centigrammes de bleu, l'urine est déjà légèrement teintée en vert. La coloration de l'urine est maxima vers la troisième heure. Au bout de trente-six heures, elle est redevenue normale. Toutefois, l'élimination de la substance continue à se faire, même après ce laps de temps, bien que l'urine ne soit plus colorée. Dans certaines affections rénales, cette élimination est plus tardive, et se fait si lentement que la quantité de bleu est insuffisante pour teinter l'urine.

C'est en appliquant cette propriété du bleu de méthylène que Achard et Castaigne ont étudié la perméabilité rénale. Ils ont employé, pour ces recherches, les injections hypodermiques d'une solution de bleu de méthylène. La dose moyenne fut de 5 centigrammes. Puis on recueillit, heure par heure, les urines émises par les malades, à partir du moment de l'injection. Si l'élimination est régulière, l'urine commence à se teinter au bout d'une demi-heure; si elle est irrégulière, la couleur de l'urine reste normale, mais on peut, malgré ce caractère négatif, y rechercher le bleu, en traitant l'urine par le chloroforme, qu'on fait ensuite évaporer.

¹ Ceux que ces questions intéressent trouveront, sur diverses particularités du bleu de méthylène au point de vue médical, des détails dans lesquels nous n'avons pu entrer ici, dans les travaux récents de Combemale (Soc. de Biologie, *passim*), de Pierre Marie et Le Goff; et d'Achard et Castaigne (Soc. méd. des Hôpitaux, *passim*).

² Cette dose n'est guère dépassée en France. En Russie, Nefedieff, Mikhaïloff ont contre-indiqué l'emploi du bleu de méthylène chez l'homme, mais les doses employées par Nefedieff dans le typhus récurrent, où le bleu a donné de mauvais résultats, étaient énormes : 10 à 15 grammes par jour. Aussi n'est-il pas étonnant qu'il ait observé des accidents. Ceux-ci sont semblables à ceux que Combemale a décrits chez les animaux intoxiqués.

porer. Il s'est chargé du colorant, et le laisse déposer sur les parois de la capsule. Dans les affections rénales, le temps et l'intensité de l'élimination du bleu ne suivent plus les règles habituelles. La lésion du rein la retarde et la prolonge. Si, malgré l'existence d'une lésion rénale, l'élimination se fait normalement, c'est que cette lésion est limitée, et que de grandes parties du rein sont encore saines. Si l'élimination subit un retard, il peut être inconstant et ne prouver qu'un trouble fonctionnel; ou bien il est constant et signale une lésion chronique définitive. Ces prévisions de Achard et Castaigne ont été corroborées par l'état des reins aux autopsies. Ce qui existe pour le bleu peut se réaliser pour d'autres substances médicamenteuses.

En faisant l'essai du bleu sur un sujet, on peut préjuger l'effet qu'auront sur lui certains médicaments qui s'accumulent facilement dans l'organisme, tels que le salicylate de soude, la digitale.

On comprend aisément qu'une lésion rénale puisse avoir pour effet de ralentir l'excrétion de certains produits anormalement contenus dans le sang, mais l'inverse peut avoir lieu. Une lésion peut être telle qu'elle permette le passage de certaines substances dans l'urine avec plus de facilité qu'ordinaire, que le « discernement cellulaire » soit, pour ainsi dire, annihilé. Cette idée, émise par Bard (de Lyon), trouve un argument en sa faveur dans ce fait que le bleu de méthylène, dans certains cas de néphrite, s'élimine d'une façon plus massive et plus rapide. La perméabilité rénale est alors accrue. On n'est pas encore nettement fixé sur la nature des lésions qui permettent cet excès de perméabilité du rein. Suivant Bard, ce phénomène se produirait surtout dans les néphrites aiguës, épithéliales¹.

Le bleu de méthylène n'est pas éliminé en totalité dans la forme même sous laquelle il a été injecté ou ingéré. Une partie se réduit dans l'organisme, et donne naissance à des substances incolores, auxquelles l'oxydation fait reprendre une couleur bleue. Ce chromogène passe dans l'urine plus rapidement que le bleu de méthylène, dont il dérive. Achard et Castaigne ont pu ainsi faire un parallèle entre la perméabilité rénale au chromogène et au bleu même.

L'administration du bleu de méthylène amène chez les néphrétiques une certaine diurèse, qui est peu appréciable chez l'individu sain.

L'action antiseptique de cette substance l'a fait employer dans le traitement de diverses maladies : blennorrhagie, diphtérie, cancer, paludisme. Les

essais de P. Marie et Le Goff dans le diabète sucré sont des plus intéressants. Nos lecteurs connaissent déjà ces travaux analysés dans cette *Revue*.

VI. — RHUMATISME ARTICULAIRE AIGU.

Les paragraphes précédents, consacrés à la coqueluche et au paludisme, ont pu montrer de quels tâtonnements était précédée la découverte de l'agent causal d'une maladie.

Chose exactement pareille s'est passée dans l'étiologie du rhumatisme articulaire aigu. Une multitude de microphytes ont été trouvés dans cette affection, sans qu'on puisse, jusqu'ici, donner à l'un d'eux un caractère spécifique. Et l'on en était réduit à penser que la nature du rhumatisme articulaire aigu pouvait ne pas être univoque, que divers microbes (staphylocoques, etc.) étaient susceptibles, chacun de son côté, de produire l'attaque franche du rhumatisme (la même incertitude règne dans l'étiologie des maladies éruptives les plus communes). Cette hypothèse, proposée à défaut d'autre, ne séduisait pas les cliniciens, frappés par les caractères si particuliers du complexe symptomatique et de l'évolution du rhumatisme articulaire aigu. Cette année même, de nouveaux travaux ont été publiés sur cette question, et ils méritent qu'on s'y arrête.

En 1891, Achalmé, dans un rhumatisme articulaire aigu à complications cérébrales, avait retiré de la sérosité du péricarde et du sang du cœur un bacille qu'il put cultiver en culture anaérobie, mais qui, inoculé aux animaux, ne reproduisait pas les symptômes du rhumatisme aigu. Lucatello, en 1892, avait aussi décrit un bacille anaérobie. Ces deux faits étaient restés sans confirmation, puisque les recherches, dans d'autres cas de rhumatisme, ou signalaient d'autres microbes, des staphylocoques surtout, ou donnaient des résultats négatifs.

En mars dernier, Thiroloix apporta à la Société de Biologie deux observations de rhumatisme aigu, dans le sang pris sur le malade vivant, il avait trouvé un bacille anaérobie, peu mobile, à cultures soyeuses et odorantes, et déterminant, par son injection au cobaye, un œdème sanguinolent. Thiroloix identifia alors son bacille avec celui décrit par Achalmé en 1891. Ces deux auteurs poursuivirent alors leurs recherches et obtinrent des résultats identiques. De nouvelles communications furent faites par Thiroloix à la Société de Biologie, par lesquelles il confirmait et approfondissait son étude antérieure du bacille du rhumatisme articulaire aigu. Achalmé publia l'état de la question au point de vue bactériologique¹.

¹ Il ne faut pas prendre ce terme à la lettre, car on n'admet plus l'ancienne distinction trop absolue entre les néphrites purement épithéliales et les néphrites dites interstitielles.

¹ P. ACHALME : Recherches bactériologiques sur le rhu-

Le bacille du rhumatisme articulaire aigu a la forme d'un gros bâtonnet, assez analogue à la bactérie charbonneuse. Sa longueur varie avec les milieux où il est cultivé : court dans les milieux riches en substances hydrocarbonées, il s'allonge dans le bouillon, dans les sérosités, et devient filamenteux dans l'urine. La mobilité de ce bacille est faible. Il se colore par les réactifs colorants habituels et prend le Gram. Ce microbe ne produit de spores que dans certaines conditions spéciales. Mis à l'étuve dans la sérosité prélevée sur l'animal même qu'il a tué par inoculation, il présente en deux jours une modification nette. Une de ses extrémités se renfle, tandis que l'autre s'effile : on a ainsi l'image d'un battant de cloche. Au bout de 3-4 jours, la spore apparaît réfringente. On a alors l'image d'une épingle à grosse tête. Le corps bacillaire disparaît enfin et la spore devient libre.

Ce bacille ne se cultive qu'en culture anaérobie. La température optima est de 30°-38° : au dessous de 25° et au dessus de 48°, la culture cesse. Les milieux liquides mieux que les solides sont propices à son développement, le lait surtout. En 12-15 heures, celui-ci se coagule. Le caillot est disloqué par la production de bulles de gaz très nombreuses. Cette fermentation est quelquefois telle que le tube peut éclater. Dans le sérum d'ascite, le bacille colonise bien, mais lentement. On y favorise beaucoup sa culture par l'addition d'une trace d'acide lactique ; on l'empêche, au contraire, avec deux gouttes d'une solution de salicylate de soude au $\frac{1}{1000}$. Cette dernière dose de salicylate est tout à fait insuffisante pour arrêter le développement des autres microbes : notion intéressante à rapprocher de ce que nous

savons de l'action thérapeutique particulière du salicylate dans le rhumatisme aigu.

La culture produit de l'hydrogène, de l'acide carbonique, des acides volatils et des amines d'odeur plus ou moins accusée. Ce bacille liquéfie la gélatine, coagule la caséine et le sérum. Il liquéfie l'empois d'amidon sans le transformer en sucre réducteur ; il fait fermenter la saccharose sans l'invertir (Achalme).

Inoculé aux animaux, il provoque des œdèmes plus ou moins sanguinolents dans le tissu cellulaire sous-cutané et des épanchements rapides dans les cavités sereuses, des fluxions soudaines dans les viscères. Le cobaye est jusqu'ici l'animal le plus sensible à ses effets. Il meurt en 20-36 heures. Thiroloix, chez le lapin, a reproduit des lésions tout à fait comparables à celles que le rhumatisme produit chez l'homme : péricardite, endocardite, pleurésie. La dernière communication de Thiroloix relate même la production expérimentale d'arthrites avec distension des capsules articulaires et épanchement d'un liquide lactescent contenant le bacille. Le chien semble réfractaire. Souvent le bacille du rhumatisme aigu est associé à d'autres microbes et particulièrement au streptocoque.

Cette très importante découverte du bacille d'Achalme-Thiroloix a déjà reçu confirmation des recherches de Triboulet, Coton et Zadoc, qui ont trouvé le bacille caractéristique dans cinq cas de rhumatisme, dont un cas mortel compliqué de chorée. Dans celui-ci, des fragments de moelle ont été le point de départ de cultures positives. Tous ces faits sont de ces dernières semaines. Ils ne tarderont pas à donner lieu à des travaux de contrôle. S'ils sont confirmatifs, l'année 1897 n'aura pas apporté en médecine une notion plus considérable.

D^r A. Létienne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Baker (H.-F.), *Professeur de Mathématiques à Saint-John's College (Cambridge)*. — *Abel's Theorem and the allied Theory included the Theory of the Theta functions*. — 1 vol. grand in-8° de 684 pages. The University Press, Cambridge, 1898.

La théorie des fonctions abéliennes a été, dans ces dernières années, l'objet d'expositions assez nombreuses et assez classiques pour qu'un nouveau traité sur cette matière puisse, au premier abord, paraître superflu. L'un tel jugement serait singulièrement erroné. Venu après des exposés comme celui de MM. Appell et Goursat, ou le tome II des *Cours d'Analyse* de M. Picard ou celui de M. Jordan (pour ne parler que d'ouvrages français), le livre que nous analysons en ce moment ne fait pas avec eux double emploi : il répond à un but entièrement différent. M. Baker suit une marche que l'extension de la science rend de jour en jour plus nécessaire, et qui consiste à substituer aux traités encyclopédiques des monographies consacrées chacune au développement d'une doctrine déterminée. C'est ce qui est fait, dans l'ouvrage actuel, pour la théorie des fonctions abéliennes. Celle-ci n'est point bornée à ses principes essentiels, comme dans l'ouvrage de MM. Appell et Goursat, ni, comme dans le cours de M. Picard, considérée comme une préparation à la théorie des équations différentielles algébriques. M. Baker, considérant les fonctions abéliennes en elles-mêmes, prétend nous donner une vue complète des résultats actuellement acquis à leur sujet. La lecture de son livre montre, avec évidence, qu'un tel exposé était opportun et que les fonctions abéliennes méritaient d'en être l'objet : même les dimensions considérables du volume cessent de paraître exagérées au lecteur, lorsque celui-ci se sera rendu compte de l'étendue des matières qui y sont étudiées.

L'auteur n'a point cherché à être élémentaire. Toute la partie classique de la théorie est considérée par lui comme connue d'avance ; pour aborder l'étude de son œuvre, il est à peu près nécessaire de posséder les matières enseignées dans les ouvrages que nous citons tout à l'heure. Il n'est point traité de la formation de la surface de Riemann, non plus que du tracé des coupures. Les théorèmes d'existence eux-mêmes sont regardés comme préalablement acquis.

Par contre, dès le chapitre IV, nous voyons apparaître un nouveau mode de définition des fonctions abéliennes, entièrement indépendant des théorèmes d'existence. Cette définition est empruntée aux travaux que M. Hensel a consacrés à la question dans les *Acta mathematica* et dans le *Journal de Crelle*, travaux dans lesquels la théorie des fonctions algébriques d'une variable est établie sur le modèle de ce que M. Dedekind appelle la théorie des corps de nombres algébriques. La simplicité avec laquelle le genre s'introduit et avec laquelle son caractère invariant se met en évidence dans la marche, si naturelle, ainsi suivie par M. Hensel, l'aisance avec laquelle on peut passer de ces considérations arithmético-algébriques à la formation des intégrales abéliennes des trois espèces, donnent à cette méthode un puissant intérêt.

Enfin, et après un chapitre consacré à l'étude particulière du cas hyperelliptique, la définition de ces mêmes intégrales par la voie géométrique, fondée sur la considération des courbes adjointes, est exposée dans le chapitre VI, ainsi que la théorie de la résiduation et la notion des courbes normales auxquelles elle conduit.

Dans le chapitre suivant est introduite la fonction dont Weierstrass se sert comme d'un facteur primaire pour l'expression générale des fonctions sur une surface de Riemann. Le théorème d'Abel est ensuite démontré par différentes voies. Puis l'auteur passe au problème de l'inversion. Il définit non seulement les fonctions θ , mais aussi les fonctions ζ et p , analogues à celles dont on se sert dans la théorie des fonctions elliptiques. Application est faite au cas hyperelliptique.

Le chapitre XII montre comment on peut déduire d'une surface de Riemann des groupes de substitutions qui ne sont autres que des groupes fuchsien. L'auteur expose même la formation des séries de M. Poincaré. En même temps est introduite, comme variable indépendante, la fonction de M. Schottky (*Journal de Crelle*, 1887).

Un intéressant chapitre est consacré aux fonctions rationnelles ou racines $m^{\text{ièmes}}$ de fonctions dont tous les pôles et tous les zéros ont leurs ordres de multiplicité divisibles par m : fonctions qui sont, par conséquent, uniformes sur la surface découpée et se reproduisent, multipliées par des racines $m^{\text{ièmes}}$ de l'unité, lorsqu'on franchit les coupures. Plus généralement, l'auteur traite des *factorial functions* fonctions à multiplicateurs, que le passage des coupures multiplie par des constantes quelconques et de leurs intégrales, qui ont permis à M. Appell de former les développements des fonctions abéliennes en séries trigonométriques.

Après trois chapitres consacrés aux relations algébriques qui existent entre les fonctions θ et aux groupes de caractéristiques demi-entières, l'auteur fait une étude très complète de la transformation et de la multiplication complexe. Cette étude occupe toute la fin du volume ; une importante application la termine : je veux parler de la recherche des intégrales abéliennes dégénérantes d'après les travaux de Weierstrass et de M. Picard.

Dans un ouvrage de cette espèce, une place importante devait être réservée à la bibliographie. L'auteur n'y a pas manqué et s'est acquitté de cette tâche avec un très grand soin. Ajoutons que, pour ainsi dire, à chaque page abondent les exemples, bien nécessaires pour l'éclaircissement des théories abstraites et élevées, dont s'est occupé l'auteur.

JACQUES HADAMARD,
Professeur suppléant
au Collège de France.

2° Sciences physiques

Montpellier (J.-A.). — *Les Dynamos*. — 1 vol. in-8° de 448 pages, avec 303 figures. (Prix : 12 fr.) P. Vey-Dunod et Co, éditeurs. Paris, 1898.

Cet ouvrage n'est point un livre de haute science ; ce n'est même pas, à proprement parler, un livre de science ; fort sagement, en effet, l'auteur estime que les lecteurs des ouvrages techniques d'électricité sont saturés de définitions, qu'ils connaissent à fond les unités et que les pages consacrées à ces préliminaires restent vierges du couteau à papier. Aussi la courte introduction est-elle destinée bien moins à enseigner des principes qu'à rappeler, sous une forme très élémentaire, quelques notions indispensables aux électriciens. Si même l'auteur n'y dit rien de nouveau, si, en plus d'un endroit, il a pris quelques libertés avec le développement logique de la science électrique, on ne manquera pas de reconnaître le désir sincère de rester dans la simplicité, afin d'être compris, et de rechercher l'image pittoresque destinée à graver l'idée dans l'esprit du lecteur.

Les deux parties de l'ouvrage sont entièrement con-

sacrées à l'étude descriptive des dynamos, et à leur emploi dans l'industrie, comprenant l'installation, la conduite et l'entretien de ces machines.

Passant des descriptions générales des organes des machines et de leur fonctionnement à l'étude minutieuse de la plupart des dynamos à courant continu ou alternatif connues sur le marché électrique, l'auteur nous fait assister à leur fabrication et à leur montage, puis à leur installation et à leur mise en marche. L'illustration est abondante, claire, et, à quelques exceptions près, d'un joli aspect.

D'ailleurs, l'auteur ne s'est pas borné à des descriptions; à propos des moteurs à vapeur ou à eau, il reproduit le texte des lois et ordonnances régissant la matière, renseignements éminemment pratiques, qu'on rencontre le moins dans des ouvrages de nature technique, et qu'on regrette parfois le plus de n'y pas trouver.

CH.-ED. GUILLAUME,

Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

Henrivaux (J.), *Directeur de la Manufacture des glaces de Saint-Gobain. — Le Verre et le Cristal. (Nouvelle édition, suivie d'un chapitre sur la Législation et l'Hygiène des Verrières, par M. A. RICHE, membre de l'Académie de Médecine.)* — 1 vol. grand in-8° de 782 pages avec 383 figures, et un atlas de 36 planches. (Prix : 40 fr.) P. Viegand et Cie, éditeurs. Paris, 1898.

M. Henrivaux vient de publier une nouvelle édition de son ouvrage *Le Verre et le Cristal*, paru en 1883. Le nom seul de l'auteur suffit à indiquer l'intérêt qui s'attache à la lecture de cet ouvrage, que nous allons essayer de résumer.

Dans le premier livre, consacré aux généralités, M. Henrivaux décrit l'histoire du verre, ses origines, le rôle énorme qu'il a joué dans l'humanité; il nous initie enfin à cette admirable substance qui, véritable Protée, prend toutes les formes, est le point de départ d'industries très différentes dans leurs procédés et leur but final.

Le livre II a trait aux propriétés physiques et chimiques des verres; l'auteur a ajouté à son édition de 1883 un chapitre intéressant sur les tables de dilatation données par M. Schott, et sur les produits remarquables obtenus à la verrerie d'Iéna par la superposition de verres de coefficients de dilatation différents: le résultat final est, en effet, analogue à la trempe. Peut-être sera-t-il permis de regretter que l'auteur n'entre pas dans des explications plus détaillées au sujet de cette fabrication. Citons encore le chapitre relatif à la découverte, due à M. Margot, de l'adhérence de l'aluminium sur le verre et aux nombreuses explications qu'on a données de ce phénomène demeuré assez obscur. La description de l'appareil de Salleron, destiné à mesurer la résistance des bouteilles, termine cette étude des propriétés du verre.

Le livre III contient les procédés d'analyse des verres. Dans le livre IV, l'auteur décrit la fabrication des pièces de poterie employées en verrerie, les propriétés, l'analyse des terres, et cite la remarquable étude de M. H. Le Châtelier sur la constitution des argiles.

Le livre V contient l'étude des fours de fusion; après avoir passé en revue les différents systèmes, l'auteur arrive au four Biederman et Harvey, la dernière création de la maison Siemens; sans condamner d'une façon assez nette, à notre avis, un principe dont les avantages résultent d'une illusion, ainsi que cela a été démontré par M. E. Damour¹, l'auteur reconnaît que les applications de ce four ont été peu réussies, surtout en ce qui concerne la verrerie. Suivent la description du gazogène Taylor et la fabrication du gaz à l'eau; la mesure des températures (pyromètres Siemens, Le

Châtelier, lunette pyrométrique) et les procédés d'analyse des gaz terminent ce chapitre.

Les livres VI et VII sont relatifs à l'industrie du verre à vitres et de la glacerie; la première a subi la révolution du four à bassin, tout comme la bouteille; quant à la seconde, dont, mieux que personne, l'auteur a qualité pour parler, elle est d'un haut intérêt.

Le livre VIII traite de l'industrie de la bouteille; à son édition précédente, l'auteur a ajouté la description du transporteur mécanique de M. Houtart, ainsi que le procédé de fabrication mécanique de M. Ashley, dont les imitations commencent à devenir pratiques.

Dans le livre IX relatif à l'industrie du verre moulé, nous trouvons le procédé de moulage de M. Appert, qui est fort intéressant pour les grandes pièces et plus rationnel que le procédé habituel.

Le livre X traite du verre soluble, et le livre XI, du cristal; dans ce dernier, nous n'avons constaté aucun changement sur l'édition de 1883; peut-être l'auteur aurait-il pu faire remarquer que, par suite de l'extension considérable prise par la taille mécanique du cristal, on arrive aujourd'hui à se procurer de véritables objets de luxe, à des prix très modérés; nous regrettons, en tous cas, de voir rééditer l'opinion qui attribue un progrès à la cristallerie de Saint-Louis pour avoir fondu le cristal à pots découverts, alors que, pour les gens du métier, il est notoire que la teinte jaunâtre du cristal, due à cette transformation, a été une des causes de décadence de l'usine en question; cette cristallerie est, d'ailleurs, revenue depuis quelques années au système des pots couverts, le seul pratique quand il s'agit d'obtenir des produits absolument incolores. Viennent ensuite la verrerie d'optique et les procédés en usage pour obtenir les grands disques destinés aux lunettes astronomiques, puis une description de cette difficile fabrication dans les ateliers de M. Mantois, l'opticien bien connu. Nous trouvons aussi le projecteur Mangin destiné à l'éclairage et à la défense navale, puis les émaux, et une étude des œuvres d'art produites depuis quelques années par les maîtres verriers Gallé, etc.

Dans le livre XII, l'auteur parle du verre de Venise, de cette industrie naguère florissante, dont les produits ne plaisent pas à tous en raison de leur ornementation surchargée et de la nature même du verre qui est terne; puis, vient ensuite la fabrication des verres colorés, doublés, des émaux.

L'ouvrage est suivi d'une étude de M. le Professeur Riche sur la législation et l'hygiène des verreries; la critique de la loi de 1892 sur le travail des enfants y est faite avec une rare compétence et l'auteur montre bien la répercussion fâcheuse produite par cette loi sur l'industrie verrière, ainsi que le profit tout à fait illusoire qu'en a retiré l'instruction des enfants. Il est triste de penser que notre état social permet à une pareille loi de passer, grâce à une majorité quelconque, et sans que des sommités scientifiques, des hommes capables de juger la question, en connaissance de cause, aient voix au chapitre.

En résumé, le livre de M. Henrivaux est un ouvrage d'ensemble, une sorte d'encyclopédie du verre, et nous ne saignons pas qu'une seule branche ait été oubliée; il sera lu avec le plus grand intérêt par tous ceux qui veulent s'initier à cette belle industrie; les hommes du métier y trouveront aussi des renseignements utiles. C'est, aujourd'hui, l'ouvrage le plus complet sur la matière.

L. GUEROUT,

Directeur de la Verrerie de Folembray.

3° Sciences naturelles

De Vuyst (Paul), *Inspecteur-adjoint de l'Agriculture.*

— *Manuel pratique et raisonné des cultures spéciales.* — 1 vol. in-12 de 264 pages avec 30 figures. (Prix : 4 fr.) O. Doyn, éditeur. Paris, 1898.

Cet ouvrage est, à proprement parler, un recueil de conseils pratiques sur les diverses cultures principales

¹ *Annales des Mines*, janvier 1895.

de nos climats. L'auteur s'occupe des plantes-racines : pommes de terre, betteraves, carottes et panais, chicorée, navets; des céréales : froment, seigle, orge, avoine; des plantes fourragères : trèfle, vesces, spargule, maïs-fourrage, etc.; des plantes industrielles : lin, houblon, tabac. Le livre se termine par diverses considérations sur les assolements et sur les prairies.

Pour chacun de ces végétaux, on trouve, après quelques généralités, l'indication des sols qui leur conviennent, de la place qu'ils occupent dans les assolements, des engrais les plus avantageux à leur appliquer, des détails relatifs à la plantation, aux soins d'entretien, aux maladies qui peuvent les atteindre, enfin à leur récolte et à leur conservation. M. de Vuyt cite également, au cours de son ouvrage, un certain nombre d'expériences qui lui sont personnelles ou qui sont dues à divers agronomes renommés. Somme toute, ce *Manuel des cultures spéciales* pourra rendre de bons services aux agriculteurs pour lesquels il a été rédigé dans un sens éminemment pratique. A. HÉBERT.

Bergonié (J.), Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux. — *Leçons de Mécanique animale, publiées avec le concours de MM. E. WINKLER et L. ROUMAILLAC.* — 1 vol. in-4° de 170 pages avec 80 figures. Férét et fils, éditeurs. 13, Cours de l'Intendance, Bordeaux, 1898.

A ses très originales leçons de *Chaleur* et de *Thermodynamique animale* et d'*Electricité Médicale*, publiées antérieurement, M. Bergonié vient d'ajouter une série de leçons sur la *Mécanique animale*. Les unes et les autres constituent d'excellents exemples de ce que doit être, surtout depuis la réforme dernière du programme des études médicales, l'enseignement de la Physique biologique dans nos Facultés de Médecine, en même temps qu'elles montrent jusqu'à l'évidence d'une part l'autonomie de cet enseignement, qui peut évoluer sur un vaste terrain qui lui est propre, d'autre part l'importance de ce même enseignement au point de vue de l'instruction professionnelle, largement comprise, des futurs médecins.

En outre, c'est par des publications de ce genre que l'on arrivera, ainsi que le fait très justement remarquer M. Bergonié dans sa préface, à réaliser, en l'absence, certes peu regrettable, de programme officiel, une sorte « d'unité de l'Enseignement de la Physique médicale en France, qui, sans exclure l'originalité de chacun, permettra d'établir un programme du cours aussi bien que des examens ».

Ces leçons de *Mécanique animale* ont donc aussi le mérite de venir à leur heure. Bien coordonnées et fort complètes, elles ont été composées en tenant compte de tous les travaux publiés sur des questions se rattachant aux sujets traités.

L'auteur y étudie tout d'abord les deux éléments du travail du muscle, organe d'où dérive toute énergie mécanique chez l'animal; puis viennent les machines simples au moyen desquelles le raccourcissement musculaire s'adapte aux effets variés à produire. Cette première partie se termine par une étude des articulations et des lois simples auxquelles leurs mouvements obéissent.

La deuxième partie est relative au corps de l'homme considéré à l'état de repos. On y trouve les méthodes pour déterminer les dimensions du corps, poids, volume, surface, ainsi que la densité, constante si intéressante, et dont la considération paraît devoir être si utile depuis les récents travaux de M. Bouchard. A la suite, sont étudiées les attitudes normales et le mécanisme de la production des attitudes anormales, passagères ou définitives.

L'étude de l'homme en mouvement constitue la troisième partie de l'ouvrage. Si l'auteur y a mis largement à contribution les travaux de Marey sur la locomotion, il a su, en mettant en lumière les caractères des marches pathologiques, montrer combien ces considérations mécaniques peuvent être fructueuses pour le clinicien.

Un seul desideratum, qui n'est d'ailleurs pas une critique, pourrait être formulé. Maintenant que, grâce au P. C. N., les étudiants arrivent dans les Facultés de Médecine avec un bagage scientifique plus complet, il n'y a plus guère de raison pour soumettre la Physique biologique aux divisions classiques de la Physique générale, et il paraît préférable de grouper les phénomènes biologiques d'après leurs affinités. L'étude mécanique du moteur animé ne devrait donc pas, semblait-il, être séparée de la thermodynamique animale; l'étude du travail effectué de celle de l'énergie qui l'engendre et même des effets produits par le travail sur l'organisme. Toutefois, il est permis de dire que ce n'est là que l'une des manières par lesquelles peut se manifester l'originalité d'un cours et M. Bergonié, qui avait déjà fait l'étude énergétique du moteur animé dans ses *Leçons de Thermodynamique animale*, était en quelque sorte autorisé par là à ne pas revenir sur cette question dans ses *Leçons de Mécanique*.

A. IMBERT,

Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier.

Lacroix (Alfred), Professeur de Minéralogie au Muséum.

— *Minéralogie de la France et de ses colonies. (Description physique et chimique des minéraux. Etude des conditions géologiques de leurs gisements.)* T. II, deuxième partie. — 1 vol. in-8° de 450 pages avec figures. (Prix : 15 fr.) Baudry et Co, 15, rue des Saints-Pères, Paris, 1898.

Les précédents fascicules (voir cette *Revue*, t. IV, 1893, p. 149; t. VII, 1896, p. 421 et 1218) se rapportaient à la description des silicates et des titanates; celui que nous analysons aujourd'hui, tout en offrant le même intérêt au point de vue de la Minéralogie, de la Cristallographie et de la Géologie pures, se recommande en outre à l'attention des lecteurs qui s'occupent des sciences appliquées telles que l'art des mines, la métallurgie et les autres grandes industries chimiques. Il traite en effet d'espèces minérales dont la plupart sont des minerais ou produits chimiques naturels de la plus grande importance.

Les espèces passées en revue sont les suivantes : corps simples natifs, métalloïdes, diamant, graphite, soufre, groupe de l'arsenic, métaux, étain, platine, groupe du fer, cuivre, plomb, argent, amalgame, mercure, or; carbures, sulfures, sélénures, phosphures, arsénures et antimoniures, réalgar, groupe de la stibine, molybdénite, disrasite, groupes de la rhodite, de la galène, de la chalcosite, de la blende et de la wurtzite, de la millérite, pyrrhotite, groupes de la pyrite et de la marcasite; sulfosels, érubescite, chalcopryrite, groupe de la zinkénite, boulangérite, groupes de la jamesonite, de la bourmonite, des argents rouges, des cuivres gris; enfin chlorures, bromures, fluorures, sel gemme ou sel marin, salmiac, écaragryte, bromyrite, calomel, fluorite et sellaïte.

Nous signalerons, particulièrement en raison de leur importance, les chapitres du soufre, de la galène, du sel gemme, de la fluorite, et surtout celui de la pyrite (p. 572-628), qui constitue une magistrale monographie de ce minéral avec ses formes si prodigieusement variées.

Les minéraux étudiés dans les tomes précédents, minéraux transparents en général et parties intégrantes des roches, se prêtent bien à la représentation sous forme de sections micro-pétrographiques. Aujourd'hui nous avons affaire pour la plupart à des espèces filoniennes et opaques. M. Lacroix a eu l'excellente idée de joindre aux figures géométriques et schématiques des phototypies prises directement sur les échantillons naturels; elles se distinguent par leur extrême finesse, la netteté de leur relief et leur remarquable effet artistique. Le lecteur, pour la plupart, de leur examen, tirera un aussi bon profit que du maniement des pièces mêmes des collections.

LÉON BOURGOIS,

Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

4^e Sciences médicales

Bernheim (Dr). *Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy.* — **L'Hypnotisme et la suggestion dans leurs rapports avec la médecine légale.** — 1 vol. in-8° de 106 pages. (Prix 2 fr.) O. Doin. Paris, 1898.

M. Bernheim commence son rapport par de nouvelles définitions de la *suggestion* et de l'*hypnotisme*. Pour beaucoup de médecins, l'hypnotisme est un sommeil artificiel dans lequel le sujet, très suggestible, est susceptible de réaliser divers phénomènes dits *hypnotiques* : catalepsie, contracture, analgésie, actes divers, illusions, hallucinations, émotions, etc. Le sommeil hypnotique serait ainsi un état anormal, analogue à certains états hystériques : l'hypnotisme serait une névrose provoquée. C'est contre cette conception, défendue par l'Ecole de la Salpêtrière, que M. Bernheim s'élève de la façon la plus catégorique. Il n'y a pas d'hypnotisme, déclare le professeur de Nancy ; et par là, il entend que les phénomènes dits hypnotiques peuvent exister sans sommeil et sont susceptibles d'être réalisés chez beaucoup de sujets par simple affirmation, à l'état de veille ; le sommeil, lorsqu'il paraît exister, n'est souvent qu'un sommeil illusoire. L'hypnotisme n'est donc autre chose que la mise en activité d'une propriété normale du cerveau, la *suggestibilité*, que l'on peut définir : la tendance du cerveau à réaliser toute idée acceptée par lui, toute suggestion. M. Bernheim fait donc de la suggestibilité une aptitude physiologique du cerveau humain. Toute suggestion, toute idée tend à se réaliser en mouvement, ou en sensation, ou en émotion. A l'état ordinaire, la suggestibilité est limitée par le contrôle cérébral, qui peut intervenir pour neutraliser la suggestion. Mais divers états psychiques atténuent ce pouvoir de contrôle et renforcent la suggestibilité ; tels sont le sommeil naturel, l'extase religieuse, le fanatisme religieux ou politique, les impulsions passionnelles, le sommeil artificiel. Enfin, il est des sujets, assez nombreux, chez qui, dans leur état normal, sans sommeil préalable, sans émotion extraordinaire, la suggestibilité est assez grande pour que tous les phénomènes indiqués (hallucinations, actes commandés, etc.) se réalisent par simple affirmation, à l'état de veille. Quant au sommeil hypnotique, il rentre dans la catégorie des phénomènes suggérés, mais peut être dissocié d'avec les autres ou leur être ajouté.

Après avoir ainsi modifié la conception des mots *hypnotisme* et *suggestion*, M. Bernheim examine les rapports de la suggestion avec la médecine légale. Il admet que, par la suggestion, on peut faire réaliser à quelques personnes des actes criminels, soit par impulsion instinctive aveugle et sans raison, soit par perversion du sens moral. « Un honnête homme, déclare M. Bernheim, peut, par suggestion, faire un crime. » L'auteur examine dans le détail les différents degrés de suggestibilité : les actes exécutés par suggestion ne le sont pas toujours avec conviction, le sujet ne s'identifiant pas avec le personnage qu'il joue ; — beaucoup de sujets résistent aux suggestions qu'on veut leur imposer ; — d'autres ne les exécutent que si on leur fournit un prétexte rationnel qui justifie l'acte qui leur est imposé. La suggestion ne peut d'ailleurs détruire un sens moral robuste, ni le créer quand il est absent ; mais, comme la pédagogie, elle peut développer les germes, bons ou mauvais, existants. L'auteur examine ensuite la question des viols commis par suggestion : les attentats peuvent avoir lieu tantôt à la faveur d'une crise de léthargie plus ou moins complète ; tantôt à la faveur d'une suggestion amoureuse en condition seconde, tantôt encore par insensibilité psychique suggérée au sujet.

M. Bernheim consacre une partie considérable de son rapport à l'étude du rôle de la suggestion dans les crimes, en empruntant ses exemples à de récentes affaires criminelles retentissantes. L'auteur s'attache à démontrer que la suggestion joue un rôle dans presque tous les crimes. Si à première vue on a quelque tendance à

considérer l'importance de la suggestion dans la plupart des crimes comme une quantité négligeable, cela tient à ce qu'on s'imagine toujours la suggestion comme nécessitant une opération spéciale, l'hypnotisme, qui provoque chez le sujet un état spécial dans lequel seulement il est suggestible et hallucinable. Telle n'est pas la conception de M. Bernheim pour qui, on l'a vu, il n'y a pas d'état spécial portant le nom d'hypnotisme, mais seulement des sujets plus ou moins suggestibles, auxquels peuvent être suggérés des idées, des actes, des hallucinations. Il va sans dire que la suggestion trouve un terrain plus favorablement préparé chez les sujets déshérités au point de vue du sens moral, chez les *amoraux*. Une intelligence, même assez développée, ne suffit pas pour faire contrepoids à ces deux infirmités : absence de sens moral et suggestibilité excessive. M. Bernheim cite des faits prouvant la docilité de certaines femmes amoraux aux suggestions d'un criminel. Il montre ensuite que la suggestion n'implique pas toujours un suggestionneur : sous le nom d'*auto-suggestion*, il examine les idées obsédantes qui poussent au crime des sujets souvent amoraux, mais parfois aussi non dénués de moralité (influence du fanatisme religieux ou politique, des états passionnels). Des actes délictueux ou criminels peuvent aussi être accomplis dans certains états de condition seconde d'origine légitime ou auto-suggestive, caractérisés par l'apparition d'une personnalité nouvelle et suivis d'amnésie complète.

Un chapitre intéressant est consacré à l'étude des faux témoignages de bonne foi, par auto-suggestion dominant lieu à des souvenirs fictifs de faits qui n'ont jamais existé. On connaît l'importance de ces faits et les erreurs judiciaires auxquelles ont donné lieu ces hallucinations rétro-actives. M. Bernheim examine ensuite les modifications que doit imposer sa conception de la suggestibilité à nos idées sur la responsabilité morale, sur l'éducation morale, sur la prophylaxie sociale. Il montre combien il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'apprécier la responsabilité morale. L'aliéniste peut, sans doute, affirmer que tel sujet n'est pas atteint de maladie mentale ; mais ce dernier est-il responsable s'il est né instinctif, amoral, et si, suggestible, il a été soumis à des suggestions permanentes ou accidentelles ? La responsabilité légale doit-elle donc disparaître parce que le libre arbitre absolu n'existe pas ? Non pas. La société a un droit et un devoir de défense et de protection sociale ; elle fait d'ailleurs ainsi de la suggestion prophylactique, en terrorisant par la crainte du châtiment. L'éducation doit aussi intervenir pour imposer aux impulsions natives un contrepoids de suggestions coercitives (notion du devoir, sentiment religieux), pour augmenter la liberté morale en supprimant les entraves psychiques qui l'asservissent. L'Etat, enfin, a pour devoir de réprimer les prédications suggestives des fanatiques de tout genre.

On voit par ce résumé du Rapport de M. Bernheim combien de questions ont été abordées par l'auteur. Le cadre des faits ressortissant de la suggestion se trouve considérablement agrandi : à l'hypnotisme tel que le conçoit l'Ecole de la Salpêtrière, simple névrose provoquée, état spécial obtenu artificiellement chez des hystériques, M. Bernheim substitue la conception de la suggestibilité envisagée comme une propriété physiologique du cerveau humain, dont l'influence se fait sentir, plus ou moins prépondérante, dans le domaine immense des faits biologiques et sociologiques. Cette conception, dont la simplicité est faite pour séduire, nous paraît appelée à jeter quelque lumière sur bien des points obscurs de la psychologie morbide et de la médecine légale. Les critiques de détail qu'on pourrait faire à M. Bernheim ne nous semblent pas devoir amoindrir la portée des conclusions hardies auxquelles le savant professeur de Nancy a été amené : la notion de la suggestibilité, telle qu'il l'a exposée, sera, croyons-nous, des plus fécondes au double point de vue théorique et pratique.

Dr PAUL SÉRIEUX.

Médecin des Asiles d'aliénés de la Seine.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

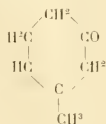
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 Janvier 1898.

M. Wolf, vice-président en 1897, devient président pour 1898. — M. van Tieghem est élu vice-président pour 1898. — M. A. Chatin, président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les membres et les correspondants pendant le cours de l'année 1897. — L'Académie présente la liste suivante de candidats pour la chaire de Chimie minérale vacante au Collège de France : 1^o M. H. Le Chatelier; 2^o M. A. Joannis.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Lœwy termine la description de sa méthode générale pour la détermination des étoiles fondamentales et de la latitude au moyen des instruments méridiens. — MM. W. Ebert et J. Perchot indiquent une méthode de détermination des premiers termes de flexion d'un instrument méridien; ils appliquent cette méthode au cercle du jardin de l'Observatoire de Paris. — M. G. Souslow étudie la représentation conforme d'une surface sur une autre et la relation qui existe entre les courbures totales des surfaces aux points correspondants et le module de similitude. — M. P. Vieille a étudié la vitesse de propagation d'une onde explosive produite à l'une des extrémités d'un tube. La vitesse moyenne de propagation, d'abord égale à la vitesse du son, s'élève, à mesure que les condensations initiales s'accroissent, à des valeurs quadruples.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. A. Pérot et Ch. Fabry présentent un nouveau spectroscopie interférentiel composé de deux lames de verre planes dont les faces argentées sont en regard; on observe à l'infini les anneaux produits en éclairant le système à l'aide d'un faisceau légèrement convergent provenant de la source à étudier. — M. G. Sagnac montre que les rayons secondaires émis par un métal sous l'influence des rayons X sont absorbés par une épaisseur de ce même métal cent fois plus faible que la couche nécessaire pour arrêter les rayons X. Ces rayons secondaires n'agissent sur une plaque photographique que lorsque le métal qui les produit est très près de la plaque. — M. A. Guébbard montre que les clichés typographiques et autres objets de faible relief plan peuvent être directement transformés en clichés photographiques si on les appose sur la gélatine d'une plaque sensible légèrement voilée, dans un bain révélateur abandonné au repos sous faible épaisseur. — M. Paul Lemoult a préparé les isocyanates de méthyle et d'éthyle par la méthode de Wurtz et déterminé leur chaleur de combustion. On a bien affaire à des homologues réguliers, car les chaleurs de combustion diffèrent de 155 calories, nombre relatif à ces sortes de composés. L'antéur en déduit que l'acide cyanique est bien un carbimide, dont l'H est lié à l'Az; sa chaleur de formation serait de +20,8 cal. — M. A. Béhal a établi la constitution d'une des cétones qu'il a isolée de l'huile de bois; c'est la méthylecyclohexénone :

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. L. Ranvier a étudié

la régénération de la membrane de Descemet, à la suite d'incisions ou de destructions partielles; elle a lieu aux dépens des cellules endothéliales; la vieille membrane n'exerce sur la formation de la nouvelle qu'une influence de contact. — M. Huot, étudiant l'origine des capsules surrénales des poissons lophobranches, a constaté que ces organes ne dérivent pas de l'épithélium du cœlome, mais bien de deux diverticules creux dont chacun est un bourgeonnement de la partie postérieure d'un canal de Wolff. — M. Aug. Michel, dans ses recherches sur la régénération caudale chez les Annélides, a constaté que les bulbes sétigères sont d'origine ectodermique, et les secs sétigères d'origine mésodermique; les néphridies sont d'origine neutre, ectomésodermique.

Séance du 10 Janvier 1898.

Séance publique annuelle. — M. A. Chatin, après une allocution sur la gradation ou perfection des espèces végétales, donnée par la variété et la localisation des organes, par la non-multiplicité des parties homologues et par l'hermaphroditisme, retrace la vie des académiciens décédés en 1897. Puis il décerne les prix pour 1897, et donne la liste des prix à décerner en 1898, 1899, 1900 et 1901. — M. J. Bertrand lit une notice historique sur Augustin-Louis Cauchy. — M. C. Brouardel lit un mémoire sur le logement insalubre.

Séance du 17 Janvier 1898.

M. Hatt lit une notice sur la vie et les travaux de A. d'Abbadie.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Bigourdan communique les résultats de l'observation, faite à l'équatorial de la tour de l'ouest de l'Observatoire de Paris, de l'occultation des Pléiades par la Lune, le 3 janvier 1898. — M. Ch. André envoie le résultat d'observations analogues faites à l'Observatoire de Lyon. — M. Emile Anceaux a étudié le système des quatre grosses planètes, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, et il a découvert empiriquement un certain nombre de lois dont la plus importante s'énonce ainsi : Les masses de Jupiter et de Saturne sont inversement proportionnelles aux carrés des grands axes de leurs orbites. Il y aurait lieu de chercher à l'expliquer théoriquement. — M. Georget a observé le 3 janvier, à Vannes, un météore lumineux double traversant le ciel assez lentement. — M. Callandreau fait remarquer que ce phénomène n'a encore été observé qu'une fois par Schmidt en 1863. — M. Paul Painlevé démontre que toute expression analytique uniforme $F(z)$ est représentable par une série de fractions rationnelles

$$F(z) = \sum R_n(z),$$

la série convergeant absolument et uniformément dans toute aire du plan où $F(z)$ est holomorphe. — M. Paul Staedel étudie deux théorèmes de M. Picard sur la convergence des séries représentant les intégrales des équations différentielles. Il donne une démonstration nouvelle du fait que l'on peut fixer, pour le domaine de convergence d'une intégrale, un champ plus grand que celui auquel on a été conduit par le second de ces théorèmes. — M. J. Horn montre qu'une modification convenable de la méthode d'approximations successives que M. Fuchs a employée pour obtenir un développement en série d'une intégrale d'une équation linéaire, fournit un développement très propre pour démontrer et approfondir les propriétés des intégrales irrégulières que M. Poincaré a traitées, pour les équations à coeffi-

cients rationnels, au moyen de la transformation de Laplace. — **M. Riquier** démontre l'existence des intégrales d'un système partiel, déterminées par certaines conditions initiales; elles sont développables en série de Taylor et nécessairement convergentes. — **M. Maurice Fouché** démontre ce théorème : Dans un système de surfaces triplement orthogonales, si les surfaces de la même famille ont la même représentation sphérique de leurs lignes de courbure, il en sera de même de celles des deux autres familles. — **M. H.-G. Zeuthen** formule les deux lemmes suivants de Géométrie projective : 1° Si cinq sommets d'un quadrilatère complet se trouvent sur les côtés homologues d'un quadrangone complet, le sixième sommet du quadrilatère se trouvera aussi sur le sixième côté du quadrangone. 2° Si les cinq sommets d'un quadrilatère complet se trouvent respectivement sur cinq droites données qui ne se rencontrent pas, le lieu du sixième sommet sera une droite. — **M. W. Stekloff** donne la solution rigoureuse du problème du refroidissement d'une barre hétérogène, sous certaines conditions assez générales. — **M. H. de Sarrauton** propose un système, dit de l'heure décimale, dans lequel le jour et le cercle, complètement assimilés, sont divisés en 24 heures, désignées par la lettre *h*; l'heure est désignée en 10 degrés désignés par la lettre *d*; le degré est divisé en 10 minutes, désignées par la lettre *m*; les sous-multiples décimaux de la minute se désignent par le rang qu'ils occupent après la virgule. — **M. E. Pain** adresse une note relative à un instrument géodésique, l'opérateur rapide, pour levés de plans, nivellements, traces d'épures.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. A. Cornu** a poursuivi l'étude du phénomène de Zeemann et met en évidence les résultats nouveaux suivants : L'action du champ magnétique sur la période vibratoire des radiations d'une source lumineuse paraît dépendre non seulement de la nature chimique de la source, mais aussi de la nature du groupe de raies spectrales auquel appartient chaque radiation et du rôle qu'elle joue dans ce groupe. D'autre part, sous l'influence du champ magnétique dans la direction normale aux lignes de force, une raie spectrale unique devient quadruple (et non triple : les deux raies extrêmes sont polarisées parallèlement aux lignes de force, les deux raies intermédiaires perpendiculairement à cette direction. Le quadruplet ainsi formé est symétrique par rapport à la raie primitive et l'écart des deux raies de même polarisation est sensiblement proportionnel à l'intensité du champ magnétique. — **M. H. Becquerel** fait remarquer, au sujet de la communication de **M. Cornu**, que les phénomènes nouveaux ne paraissent pas contraires aux tentatives d'interprétation cinématique déjà formulées. — **M. A. Leduc** propose de remplacer la loi ordinaire du mélange des gaz, qu'il considère comme fautive, par la suivante : Le volume occupé par un mélange de gaz est égal à la somme des volumes qu'occuperaient les gaz qui le composent sous la pression et à la température du mélange. — **M. Th. Schloessing fils** indique un procédé de détermination de la densité des gaz qui permet de n'opérer que sur de très petits volumes. Il consiste à disposer, au fond d'un tube en U, une certaine quantité de gaz lourd, puis, au-dessus de lui, dans les deux branches, deux colonnes de gaz plus légers se faisant équilibre. Connaissant la hauteur et la densité des gaz légers, on pourra calculer celle du gaz lourd. — **M. R. Personne de Sennevoy** présente un appareil, dit *verseur hermétique*, qui résout le problème suivant : Étant donné un récipient hermétiquement clos, rempli de liquide, en extraire une portion quelconque de ce liquide sans laisser rentrer aucun fluide extérieur, notamment sans qu'il y ait rentrée d'air. Le liquide sort du récipient hermétiquement clos en laissant derrière lui le vide. — **M. Birckeland**, à la suite de nouvelles expériences sur le spectre de rayons cathodiques, pense qu'il serait plus naturel de supposer que la cathode émet : 1° des chocs de décharge intermittents, dont les propriétés sont surtout

réglées par les conditions extérieures du tube de décharge, c'est-à-dire : la différence du potentiel entre l'anode et la cathode, les capacités et l'état de conductibilité dans le voisinage de la cathode; ces chocs se manifestent par les rayons cathodiques; 2° des chocs dont les propriétés sont surtout réglées par les conditions du gaz inclus dans le tube; ces chocs se manifestent par des strates. — **M. Maurice Hamy** a déterminé les longueurs d'onde d'une vingtaine de radiations du spectre visible émis par sa lampe à cadmium lorsque le tube à vide est chauffé à 295°. — **M. Th. Moreaux** donne la valeur absolue des éléments magnétiques du 1^{er} janvier 1898, d'après les observations faites au Parc-Saint-Maur, à Perpignan et à Nice. — **M. E. Bouty** décrit une nouvelle méthode pour la mesure de l'intensité des champs magnétiques. Un liquide conducteur s'écoule normalement aux lignes de force du champ à mesurer. On détermine, à l'aide de l'électromètre capillaire, la force électromotrice constante induite entre la face supérieure et la face inférieure de la veine. Connaissant le débit, on aura l'intensité du champ. — **M. Ch. Camichel** présente une modification de son ampèremètre thermique à mercure, destiné à la mesure des courants compris entre un et deux ampères avec une approximation du 200^e. — **M. J. Perrin** pense que les rayons secondaires, étudiés par **M. Sagnac**, sont très fortement absorbés par les premières couches d'air qu'ils rencontrent et y produisent une ionisation énergétique suivant des lois analogues à celles qu'il a trouvées pour les rayons directs. — **M. F. Le Roy** a déterminé la résistance électrique du silicium cristallisé. Des bâtons de silicium aggloméré pur, ayant 40 millimètres carrés de section et une longueur de 10 centimètres, présentent une résistance totale de 25 à 200 ohms, suivant que l'on fait varier le degré de pulvérisation, de compression ou de cuisson. — **MM. Gin et Leleux** montrent que la chute de potentiel d'un arc jaillissant au sein d'un milieu donné est due simplement à la résistance de la masse gazeuse interposée entre les électrodes et résultant de la vaporisation des électrodes ou des matières soumises à l'action de l'arc. La température de l'arc croît comme le carré de la densité du courant et le rapport de la résistivité à la chaleur spécifique, par unité de volume, de l'atmosphère de l'arc. — **M. A. Ponsot** communique de nouvelles considérations sur le potentiel thermodynamique des mélanges. — **M. Ad. Carnot** décrit une nouvelle méthode de séparation et de dosage du chlore, du brome et de l'iode, dans un mélange de chlorures, bromures et iodures en dissolution, l'acide sulfurique chargé de vapeurs nitreuses peut déplacer entièrement l'iode à froid, sans agir en aucune manière sur les acides chlorhydrique et bromhydrique; l'iode est alors dissous et enlevé par le sulfure de carbone. En ajoutant de l'acide sulfurique et de l'acide chromique, on isole complètement le brome en chauffant au voisinage de 100°, puis en laissant refroidir et dissolvant par le sulfure de carbone. Le chlore peut être ensuite dosé par l'azotate d'argent. — **M. André Job**, ayant dissous à chaud de l'oxalate de lanthane dans l'acide chlorhydrique concentré, a vu, par le refroidissement, se déposer des cristaux assez gros d'oxalochlorure de lanthane $(C_2O_4)_2Cl_2La_2 + 3H_2O$. Le cérium et le didyme donnent des composés analogues. — **M. de Forcrand** a mesuré la chaleur dégagée lorsqu'on fait agir l'acide sulfurique sur l'aldéhyde d'ammoniac dissous dans l'eau. — **MM. Ph. Barbier et V. Grignard**, en condensant l'isobutyldène-acétylacétate d'éthyle avec le malonate d'éthyle en présence d'éthylate de potassium, ont obtenu, comme produit principal, l'acétylbutyrate d'éthyle β -isopropylique. Ce corps, par l'action de l'éthylate de sodium, donne un éther qui, saponifié, fournit un mélange de deux acides diisopropylhexadiéniques isomères. — **M. E. Demoussy** a constaté que, sous l'influence des ferments de la terre, les amines sont simplifiées et, par oxydation, deviennent de l'ammoniaque qui, seule, peut passer directement à l'état d'acides

azoteux et azotique. La transformation est d'autant plus pénible que la molécule de l'amine est plus complexe. — MM. Em. Bourquelot et L. Nardin indiquent un procédé d'extraction du gentianose des racines de gentiane. Ils ont vérifié les propriétés de ce sucre dextrogyre déjà signalées par A. Meyer.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Gust. Nepveu décrit les trois formes bacillaires qu'on rencontre dans le béri-béri. Les grands et moyens bacilles paraissent être de même nature et fort analogues aux bacilles du choléra des poules et de la septicémie du lapin. — M. G. Darboux fils a constaté, sur le cirre dorsal des Polynoidiens, dans la région désignée sous le nom de cirrophore, une structure spéciale dont il donne la description. — M. Alex. Amaudrut montre que la partie antérieure du corps des Mollusques primitifs a subi ultérieurement une ou plusieurs des modifications suivantes : allongement terminal, allongement intercalaire post-tentaculaire, allongement intercalaire dorsal. L'auteur décrit l'influence qu'ils ont exercée sur la région correspondante du tube digestif. — MM. Maurice Caullery et Félix Mesnil ont observé une nouvelle Grégarine colonique, la *Gonospora longissima*, vivant en parasite dans la cavité d'un Cirratulien, le *Dodecaceria concharum* Oerst.; elle présente, dans son cycle évolutif, une phase de multiplication asporulée. — M. Félix Le Dantec a été amené à considérer le sexe comme résultant de la dissymétrie moléculaire des plastides qui constituent le type mâle et le type femelle. — M. Ed. Perrier présente, au sujet de la communication précédente, quelques considérations sur la détermination du sexe. Les rares expériences faites jusqu'à présent ont montré que les éléments mâles se distinguent des éléments femelles par une différence fondamentale dans le mode de nutrition. — MM. J. Kunstler et A. Gruvel communiquent leurs recherches sur l'axe médian interne de la cavité générale de l'ophélie. — M. Arnould Locard a constaté qu'il existe, dans l'Atlantique comme dans la Méditerranée, une faune malacologique dite *polybathique*, capable de vivre et de se développer à des niveaux dont l'extension bathymétrique varie de plus de 2,000 m. Cette faune, déjà riche en Gastropodes, renferme, contrairement à la faune de surface, un plus grand nombre de Scaphopodes et de Lamellibranches. — M. Camille Brunotte a étudié l'origine de la double coiffe de la racine chez les Tropaeolées. Cette gaine radiculaire existe déjà dans le jeune âge; elle est formée par la prolifération des cellules du suspenseur vrai. — M. A. de Grammont de Lesparre a étudié la germination et la fécondation hivernales de la truffe du Périgord et de la truffe du Piémont. — M. G. Rolland signale la découverte de l'extension imprévue des gisements de minerais de fer oolithiques qui affleurent et sont depuis longtemps exploités sur une grande échelle dans l'ancien département de la Moselle. Le prolongement souterrain de ces gisements dans l'arrondissement de Briey et jusque dans la Meuse vient d'être constaté par de nombreux sondages d'exploration. — MM. E.-A. Martel et A. Viré décrivent les avens de Sauvage et donnent quelques indications sur la forme des réservoirs des sources en terrains calcaires. — M. J. Thoulet considère comme très probable l'existence d'un courant sous-marin qui longe d'abord de l'ouest à l'est la côte cantabrique espagnole, et qui, parvenu au point le plus reculé du golfe de Gascogne, remonte la côte française en s'infléchissant vers le nord-ouest ou l'ouest-nord-ouest. Ces considérations sont déduites de l'observation des dépôts de magnétite dans les fonds.

LOUIS BAUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 4 Janvier 1898.

M. Caventou, président sortant, rend compte des travaux de l'Académie pendant l'année 1897. — M. Bénédickt (de Vienne) présente quelques considérations

sur la propagation des excitations dans le système nerveux. Il montre que les connaissances pour les excitations morbides sont beaucoup plus compliquées que pour les excitations physiologiques, que la propagation des excitations pathologiques ne se fait pas seulement à la manière moléculaire des excitations physiologiques, mais aussi sous forme de dégénérescences, et qu'il n'existe pas seulement une diffusion dans la continuité et la contiguïté, mais qu'il existe encore des diffusions incohérentes. — M. A. Laboulbène rapporte l'observation d'un homme qui, ayant absorbé avec de l'eau de boisson des *Gammarus pulex* (crevettes d'eau douce) présente une série d'accidents intestinaux jusqu'au moment où, après administration d'un vomitif, il eut rendu tous les crustacés absorbés.

Séance du 11 Janvier 1898.

L'Académie procède à l'élection d'un associé libre. M. Ed. Perrier est élu au troisième tour de scrutin. — M. Hallopeau présente un rapport sur un travail du Dr J. Olaya Laverde, relatif au traitement de la lèpre par la sérothérapie. L'auteur a injecté à un bouc le suc de lépreux; le sérum de cet animal, injecté ensuite à des lépreux, a produit chez eux des améliorations notables. — M. le Dr J.-A. Fort lit une note sur la destruction rapide du tissu des sténoses par les courants faibles. — M. le Dr A. Darier donne lecture d'un mémoire sur de nouveaux sels d'argent en thérapeutique oculaire. — M. le Dr G. Apostoli lit un travail sur quelques formes de neurasthénie.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 8 Janvier 1898.

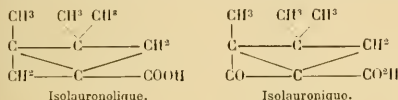
M. Desgrez a constaté que, chez les animaux immunisés, la nutrition est diminuée; la dose d'urée tombe plus ou moins; au bout de quatre à cinq mois la nutrition redevient normale, mais sans que l'état réfractaire ait cessé. — M. Gellé a observé, à la suite du réveil des facultés de l'ouïe provoqué, chez les jeunes sourds-muets, par l'emploi du microphonographe, une réaction motrice généralisée intense, caractérisée par l'hyperexcitabilité, l'agitation et la turbulence. — M. Laborde fait remarquer que cette hyperexcitabilité motrice est la conséquence toute physiologique du réveil d'un centre perceptif sensoriel. — MM. Simonin et Benoit ont recueilli, au cours d'une épidémie de diphtérie, plusieurs échantillons de bacilles, qu'ils ont inoculés à des calves (bœuvreaux d'Asie). Ceux-ci succombèrent; ils sont plus sensibles que le mouton au poison diphtérique. — M. J. Hobbs a inoculé dans la patte d'un cobaye une culture virulente de bacille pyocyanique, après avoir traumatisé toute la cuisse du même côté. A l'autopsie, on observe des dégénérescences musculaires importantes. — MM. B. Auché et J. Hobbs ont constaté que la tuberculose humaine inoculée à la grenouille conserve sa virulence, car, après soixante jours, elle peut encore provoquer chez le cobaye une tuberculose généralisée; mais cette virulence va en s'affaiblissant. — MM. Dastre et Floresco ont soumis le foie à la digestion papainique; ils en ont retiré une liqueur qui empêche la coagulation du sang *in vitro* quand elle a été bouillie, et l'accélère, au contraire, à l'état frais. — M. le prince A. de Monaco communique ses recherches sur les tortues des Açores.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 4 Novembre 1897.

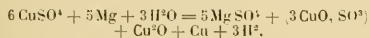
MM. les Professeurs Moissan et Dewar, F. R. S., publient le résultat de leurs travaux sur le fluor liquide. Nous renvoyons le lecteur au mémoire original, où il trouvera le tableau des propriétés du fluor liquide ainsi que la description détaillée des appareils ayant servi aux expériences. — M. le Professeur Dewar fait ensuite une communication sur la liquéfaction de l'air et sur

la facilité de déceler par ce moyen les impuretés contenues dans ce gaz. — Dans une dernière note il décrit ses recherches sur l'absorption de l'hydrogène par le palladium à de hautes températures et sous de fortes pressions. — **M. A.-G. Perkin** a déterminé la constitution chimique de la matière colorante contenue dans la *Rhus rhodantha* et dans plusieurs autres plantes. — **MM. Georges Young et Ernest Clark** décrivent les naphtylurées ainsi que leurs dérivés acétylés et benzoylés. — **MM. G. Young et Henry Annable** : Note préliminaire sur la benzophénylsemicarbazide. — **M. N.-H. Perkin junior** a continué ses recherches sur l'acide sulfoamphylique; parmi les dérivés de ce corps il a obtenu l'acide bromodihydro- β -camphylique $C^8H^{12}BrCO^2H$; le sulfochlorure camphylique $C^8H^{12}(SO^2Cl)CO^2H$, l'acide chlorohydro- β -camphylique. Il a remarqué que, dans la distillation du chlorure de l'acide β -camphylique, il se forme de l'acide isolauronique. Cet acide, oxydé dans de certaines conditions, se transforme en acide diméthylsuccinique et en un acide cétonique. Cet acide cétonique oxydé à son tour est converti en acide α -diméthylglutamine. A la suite de leurs travaux les auteurs croient pouvoir attribuer aux acides isolauronique et lauronique les constitutions suivantes :



Séance du 18 Novembre 1897.

MM. A.-W. Crossley et W.-H. Perkin junior ont essayé l'action de la potasse en fusion sur l'acide camphorique. La décomposition qui se produit donne naissance à une série de corps volatils (acides acétique, propionique, isovalérique, méthylisopropylacétique) et à des composés non volatils, tels que l'acide pimelique, ainsi qu'à une nouvelle substance, l'acide dihydromacrophorique $C^{10}H^{16}O^4$ dont les auteurs étudient les différentes propriétés. En partant de ce corps, ils ont pu préparer la dihydromacrophocétone. Comme dernier produit de décomposition ils signalent encore l'acide pseudocamphorique. — **MM. W.-H. Bentley et H. Perkin junior** : Au cours de leurs essais sur la synthèse de l'acide camphorique en partant de l'acide isobutylméthylhydroxyglutarique, les auteurs ont été amenés à préparer plusieurs corps nouveaux parmi lesquels le bromisobutylacétate d'éthyle; l'acétylisobutylsuccinate d'éthyle, l'acide isobutylhydroxycycloanovalérique et l'acide isobutylméthylhydroxyglutarique ainsi que sa lactone. — **M. Schryver** : Synthèse d'un isomère de l'acide camphorique. — **MM. Frank Clowes et R.-M. Caven** ont examiné l'action du magnésium sur des solutions de sulfate de cuivre à différentes concentrations d'abord à la température ordinaire, puis à un point voisin de leur ébullition. Ils ont trouvé que le dégagement d'hydrogène qui a toujours lieu, est accompagné de la précipitation d'un mélange d'oxyde cuivreux et de cuivre métallique variant suivant les conditions de l'expérience. Ils étudient les différentes lois qui régissent ces faits et en donnent l'explication chimique par l'équation suivante :

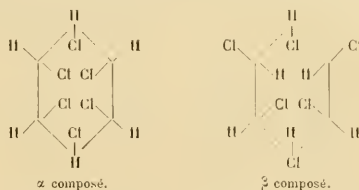


— **M. Henry-J. Horstman Fenton** : Propriétés et réactions de l'acide dihydroxytartrique. — **M. Holland Crompton** publie une note sur l'association moléculaire des liquides et leur influence sur la pression osmotique.

Séance du 2 Décembre 1897.

M. Francis Edwards Matthews discute dans sa communication la formule dans l'espace proposée par Collie pour le benzène. Il l'applique aux dérivés halogénés hexa additionnés. Cette formule semble prévoir l'exis-

tence de deux hexachlorures isomères et les formules suivantes sont proposées pour ces composés :



MM. Otto Rosenheim et Philip Schidrowitz décrivent une série de composés dérivant de l'action de la pipéridine (1 mol.) sur la pyrocacétine (2 mol.), le guaiacol (2 mol.), l'hydroquinone (1 mol.), le pyrogallol (1 mol.), la vaniline (1 mol.), l'o. et p. nitrophénol (1 mol.), l'acide picrique (1 mol.), le dinitronaphtol (1 mol.). Le phénol, le chlorophénol, la résorcine, le phloroglucinol, le m-nitrophénol, l'a et β naphтол ne donnent pas de composés.

Séance du 13 Décembre 1897.

Cette séance est consacrée à la *Memorial Lecture* en l'honneur de Kékulé par M. le Professeur F.-R. Japp, F. R. S.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Décembre 1897.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. H. G. van de Sande Bakhuyzen** s'occupe de la distribution des étoiles dans l'espace. Un des moyens rares de recherche sur la distribution des étoiles dans l'espace consiste dans l'étude des données statistiques sur les nombres d'étoiles qui semblent faire partie d'un même groupe, ou par leur clarté commune, ou par leur spectre, ou par leur degré de mouvement propre. Ces données, mises en rapport avec des hypothèses quelconques sur la distribution des étoiles, mènent donc à une appréciation du degré de probabilité de ces hypothèses. De cette manière on a obtenu des résultats bien importants. Seulement les résultats déduits de l'étude de la statistique des mouvements propres ont souvent une valeur scientifique plus petite, parce qu'on ne se rend pas toujours compte de l'influence de l'hypothèse en question sur le nombre des étoiles à un mouvement propre donné. Cette influence a été évaluée d'une manière rigoureuse par **M. J.-C. Kapteyn** (*Rev. gén. des Sc.*, t. VIII, p. 763), qui a cherché la relation entre le nombre des étoiles dont le mouvement propre fait un angle donné avec la direction de l'apex et cet angle. Au contraire, l'auteur désire connaître la relation entre le nombre des étoiles et la grandeur du mouvement propre. A cet effet, il suppose que toutes les étoiles possèdent des vitesses linéaires égales de toutes les directions possibles et que le système solaire est animé d'une vitesse différente. Alors l'évaluation du nombre des étoiles dont le mouvement apparent vu du Soleil admet une valeur angulaire déterminée, mène au problème de la complanation de la partie de la surface d'une sphère située à l'intérieur d'un cylindre droit excentrique. L'intégrale elliptique qui y entre doit être intégrée suivant le rayon du cylindre et la distance de l'axe du cylindre au centre de la sphère, de manière que le résultat ne se présente pas dans une forme abordable. L'auteur croit que la formule très simple obtenue par **M. G. Jaeger** (*Sitzungsberichte* de Vienne, t. CHI, p. 145) n'est pas au-dessus de tout doute. L'auteur s'occupe donc du problème simplifié où l'on n'introduit pas la valeur entière du mouvement propre, mais sa projection sur le grand cercle qui passe par l'apex et par l'étoile, de manière à échapper à l'influence du mouvement propre du système solaire. Ainsi il trouve, à l'aide des étoiles du Catalogue de Brad-

ley dont s'est servi M. Kapteyn, les résultats déposés dans la table suivante :

MOUVEMENT PROPRE PROJETÉ		NOMBRE DES ÉTOILES	
		calculé	observé
entre 0° 000	et 0° 005	360	365
0.005	0.015	608	610
0.015	0.025	435	419
0.025	0.035	307	293
0.035	0.045	216	225
0.045	0.055	172	163
0.055	0.065	106	114
0.065	0.075	76	72
0.075	0.085	57	63
0.085	0.095	45	33
0.095	0.145	136	153
0.145	0.195	69	77
0.195	0.245	41	41
0.245	0.295	26	17
0.295	0.395	39	30
0.395	0.495	17	17
0.495	0.595	10	14
0.595	0.695	6	9
0.695	0.795	3	1
0.795	0.895	2	0
0.895	0.995	0	1
0.995	3.995	7	7

Ensuite l'auteur s'occupe d'autres hypothèses. — M. Bakhuyzen présente encore : 1° au nom de M. J. Stein (de Katwyk), une communication intitulée : *Éléments de la planète 424 = 1896 DF et éphéméride pour 1898*, et 2° au nom de M. C. Easton, un mémoire *Sur la distribution des étoiles dans la voie lactée*. La plupart des astronomes qui ont étudié la structure des systèmes stellaires ont attribué à la voie lactée une forme annulaire (anneau plan de Herschel, anneau à appendice cardiforme de Proctor, etc.). M. Easton tâche de démontrer que toute théorie de la forme annulaire modifiée de la voie lactée est inadmissible. A cause de plusieurs considérations il lui semble probable que la voie lactée ait une forme de spirale. — M. P.-H. Schoute étend ses résultats sur les focales planes de courbes planes à un ou plusieurs axes de symétrie (*Comptes rendus* du 7 décembre 1897) aux surfaces focales de surfaces à un ou plusieurs plans de symétrie. A cet effet, il est nécessaire de s'imaginer un espace E à quatre dimensions, où OX, OY, OZ, OT représentent quatre axes rectangulaires deux à deux. Alors chaque surface S située dans l'espace tridimensionnel O (X,Y,Z) dont le plan O (X,Y) est plan de symétrie admet une surface focale S' située dans l'espace tridimensionnel O (X,Y,T) dont le plan O (X,Y) est plan de symétrie, tout de même. Dans le cas particulier où S est de révolution autour de l'axe OZ, S' est de révolution autour de l'axe OT, et alors les formules de transformation des courbes méridiennes de ces deux surfaces prennent la forme très simple indiquée dans la note citée.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. J.-D. van der Waals présente, au nom de M. P. Zeeman, un mémoire intitulé : *Mesures de phénomènes de radiation dans le champ magnétique*. Après avoir obtenu des négatifs des deux composantes extrêmes du triplet magnétique de cadmium, l'auteur a abordé une étude quantitative des phénomènes de radiation dans le champ magnétique. Une évaluation de la distance de ces composantes extrêmes prouvera si les ions vibrants sont tous de même espèce. On arriverait à ce résultat si la déviation causée par le magnétisme, dans un champ déterminé et pour une substance déterminée, est proportionnelle au carré de la longueur d'onde, ou bien si la différence des nombres de vibration des composantes a une valeur constante pour toutes les raies d'une même substance qui subissent des changements par la force magnétique (M. Becquerel, *Comptes rendus*, 8 novembre 1897). De

plus ce montant devrait être le même pour des substances différentes. Or, les mesures de l'auteur font voir que les variations magnétiques pour des substances différentes sont au moins du même ordre de grandeur et certainement pas en relation simple avec les poids atomiques. Seulement la dépendance du phénomène de la longueur d'onde n'est pas aussi simple. Cependant la théorie de M. Lorentz n'exige pas que le rapport de e à m soit égal pour tous les ions d'une même molécule, ce qui prouve que la variation magnétique des raies différentes n'est pas obligée de suivre la loi simple que nous venons d'indiquer. Les raies mesurées se trouvent dans les parties violette et ultra-violette du spectre. Le degré d'exactitude dépend entièrement de la substance. Un spectre à raies distinctes (cadmium, zinc) permet une évaluation des distances beaucoup plus précise qu'un spectre à raies confuses (cuivre, étain). Pour faire connaître l'exactitude obtenue, l'auteur communique quelques mesures se rapportant à la raie $\lambda = 4722$ du spectre de zinc. Les nombres de la table suivante sont exprimés en centièmes de millimètres déterminés à l'aide d'une vis à micromètre :

COMPOSANTE I	COMPOSANTE II
28.8	49.8
28.8	48.7
28.9	49.9
28.9	49.5
28.8	49.7
28.2	48.9
en moyenne. 28.6	49.3

La mesure se faisait dans le second spectre. Sur le négatif un millimètre correspondrait à 4,41 unités d'Angström. — Rapport de MM. H. Haga et Th.-H. Behrens sur une communication de M. L. Horwink : *Recherche de la structure et des propriétés du verre dur*. — Rapport de MM. J.-D. van der Waals, H.-A. Lorentz, H. Kamerlingh Onnes, sur la question des paratonnerres. — Rapport de la Commission sur la propagation du son dans les prisons.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 16 Décembre 1897.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Haschek a mesuré les spectres d'émission ultra-violettes des éléments suivants : Ca, Sr, Li, Cr; le dernier est particulièrement riche en lignes. — M. G. Dimmer a mesuré les longueurs d'onde des bandes d'absorption du sulfate de didyme et du nitrate double d'ammonium et de néodyme, à l'état solide et en solutions concentrées. — M. E. Flesch, en chauffant pendant longtemps la combinaison d'acide chlorhydrique et de triamidobenzol symétrique en solution aqueuse diluée, a obtenu quantitativement du chlorure d'ammonium et de la phloroglucine.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. Steindachner, directeur de l'expédition scientifique de la Pola dans la mer Rouge, donne quelques renseignements sur les endroits visités entre Massouah et Assab : les îles Bahalak et Nakrakhor, la baie de Hanfela et celle de Paycoak-Hill. Il décrit la nature géologique du sol, les récifs de coraux, la faune marine récoltée. — M. P. Volkmann envoie un mémoire sur la question des rapports entre la pensée et l'existence et sa réponse par la théorie de la connaissance liée à la science de la nature.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

J. Péan. — Le nom de Péan restera attaché à l'un des trois grands perfectionnements de la chirurgie opératoire de ce siècle : la forcipressure qui, avec l'anesthésie et l'asepsie, forme la base de l'art chirurgical moderne. Si Péan n'a pas inventé les pinces hémostatiques, ce dont on n'est pas bien sûr, car il oublia souvent de dire à temps ce qu'il faisait, il en a si bien ordonné et vulgarisé l'emploi, qu'il mérite d'en être regardé comme le véritable promoteur. La « pince de Péan » existe à l'étranger, et, maintenant que le grand maître n'est plus, peut-être gardera-t-elle son nom en son pays natal.

L'idée de la méthode de la forcipressure fut sans doute pour Péan la conséquence des opérations hardies qu'il tentait, il y a trente ans. D'une audace presque téméraire, mais que justifiait son extrême habileté, Péan posa en principe que toute tumeur, quel qu'en fût le volume ou le siège, pouvait et devait être extirpée. Cette idée maîtresse lui fit enlever dès 1864 un kyste de l'ovaire, et il présenta son opérée à l'Académie de Médecine le 25 juillet 1865 ; c'était le premier cas de guérison obtenue à Paris. Le 20 novembre 1867, il montrait à la même Compagnie une jeune fille à laquelle il avait pratiqué l'extirpation de la rate, et, le 7 octobre 1869, une autre femme chez laquelle il avait fait l'ablation totale de l'utérus et des annexes. Par Péan, la splénectomie et la castration abdominale totale sont donc d'origine française ; depuis, la castration abdominale nous est retournée d'Amérique, et au dernier Congrès de Chirurgie l'on entendait Péan demander pourquoi l'on appelait « américain » un procédé qu'il n'avait cessé d'appliquer depuis trente ans !

Il lui revient encore le mérite d'avoir établi et érigé en méthode le morcellement des tumeurs, idée simple, qui devait fatalement venir à un esprit ingénieux : enlever par tranches ce qui ne peut être extirpé d'un seul bloc.

Sa dernière création chirurgicale qui, par la volonté d'un des jeunes maîtres de la Gynécologie française, a porté son nom de son vivant, est l'hystérectomie vaginale contre les suppurations pelviennes, intervention

dont la conception est vraiment neuve et originale et qui donnera longtemps encore de beaux triomphes opératoires à ceux qui sauront l'exécuter lorsqu'elle est indiquée.

La méthode de la forcipressure, la méthode du morcellement des tumeurs, l'hystérectomie abdominale totale, l'hystérectomie vaginale contre les suppurations pelviennes, tels sont les quatre titres à une juste et bonne célébrité, qui est due au maître-chirurgien Péan.

Dr F. Jayle,

Ancien interne des Hôpitaux.

§ 2. — Physique générale

Sur un point de l'histoire du principe de la conservation de l'énergie.

— On sait que Descartes, considérant la puissance motrice d'un corps en mouvement, s'était demandé ce qui, dans cette puissance où interviennent à la fois la masse du corps et la vitesse qui l'anime, demeure constant. Le grand philosophe posait ainsi le problème, qui devait, à la suite de ses discussions avec Leibniz, puis des critiques des géomètres du XVIII^e siècle, aboutir aux notions distinctes de quantité de mouvement et de force vive.

Dans ses *Leçons sur la Thermodynamique*¹, M. H. Poincaré fait remarquer, à ce propos, que Leibniz semble avoir eu l'intuition du principe, tout moderne, de la conservation de l'énergie².

De son côté, M. P. G. fait, analysant une scholie³ de

¹ H. POINCARÉ : Cours de Physique Mathématique. Thermodynamique. Carré, éditeur. Paris, 1892.

² Leibniz, dit M. H. Poincaré (*loc. cit.*, page 7) « introduit ce qu'il appelle l'action motrice et l'action latente, et, pour lui, ce qui reste constant, c'est l'action motrice, somme des forces vives et de l'action latente... » Selon lui, « si l'action motrice semble se perdre dans certains cas, c'est que les mouvements sensibles sont transformés en mouvements moléculaires. On ne pourrait exprimer plus clairement l'hypothèse qui a été l'origine de la Théorie mécanique de la Chaleur. »

³ Scholie annexée à la troisième Loi du mouvement (celle de l'égalité de l'action et de la réaction).

Newton, a cru pouvoir y discerner ce même principe¹.

En de nos collaborateurs, physicien éminent, nous signale, à ce sujet, la conclusion très remarquable par laquelle la marquise du Châtelet termine ses *Institutiones Physicæ* (1740). On y trouve clairement conçues la notion de la force vive et la loi de l'équivalence. Voici ce passage :

« M. de Leibnitz par sa nouvelle estimation des forces a accordé la raison métaphysique de Descartes et qu'il n'appliquait pas bien et les effets physiques découverts en partie depuis Descartes; car en distinguant, comme l'a fait M. de Leibnitz, la quantité du mouvement et la quantité de la force des corps en mouvements, et en faisant cette force proportionnelle au produit de la masse par le carré de la vitesse, on trouve que, quoique le mouvement varie à chaque instant dans l'Univers, la même quantité de force vive s'y conserve cependant toujours; car la force ne se détruit point sans un effet qui la détruit, et cet effet ne peut être que le même degré de force communiqué à un autre corps, puisque celui qui prend ôte toujours à celui à qui il prend, autant de force qu'il en retient pour lui; ainsi, la production du moindre degré de force dans un corps emporte nécessairement la perte d'un égal degré de force dans un autre corps et réciproquement; ainsi la force ne saurait périr en tout, ni en partie, qu'elle ne se retrouve dans l'effet qu'elle a produit, et l'on peut tirer de-là toutes les loix du mouvement.

« Or, cette conservation des forces serait une raison métaphysique très-forte, toutes choses égales, d'ailleurs, pour déterminer et estimer la force des corps en mouvement par le carré de leurs vitesses; car ce n'est pas le produit de la masse par la vitesse qui se trouve, quand on poursuit la force dans ses effets, mais le produit de la masse par le carré de la vitesse; or, que le mouvement périsse et renaiss, il n'y a rien là de contraire aux bons principes, pourvu que la force qui le produit, reste la même; car vous avez vu, au Chapitre 8, que la vitesse est un mode de la force motrice; or, quand la vitesse devient plus ou moins grande, il n'y a rien de substantiel créé, ou annihilé: la force motrice, qui était dans les corps, est seulement modifiée par la variation de la vitesse, et cette force elle-même, qui est quelque chose de réel, et qui dure comme la matière, ne saurait être détruite, ni produite de nouveau; car il est aisé de faire voir géométriquement que dans tout ce qui se passe entre des corps à ressort, de quelque manière qu'il se choquent, la même quantité de force demeure inaltérable, si l'on prend pour force le produit du carré de la vitesse par la masse; mais si les forces des corps en mouvement n'eussent pas été dans cette raison, la même quantité des forces vives, qui sont la source du mouvement dans l'Univers, ne se serait pas conservée.

« Il est vrai qu'il n'y a que dans les corps à ressort, dans lesquels la force des corps en mouvement puisse se poursuivre et se calculer toute entière, parce qu'après le choc ces corps se restituent dans le même état où ils étaient au paravant, et l'on peut trouver l'emploi de leurs forces dans d'autres corps qu'ils ont mis en mouvement, ou dont ils ont augmenté le mouvement sans altérer leur figure.

« Quant à ce qui se passe entre des corps incapables de restitution, c'est là un de ces cas où il n'est pas aisé de suivre la force vive, parce qu'elle a été consumée à déplacer les parties des corps, à surmonter leur cohésion, à rompre leur texture, à tendre peut-être des

ressorts qui sont entre leurs parties, et que sait-on à quoi? Mais, ce qui est de bien certain, c'est que la force ne pérît point; elle peut, à la vérité, paraître perdue, mais on la retrouverait toujours dans les effets qu'elle a produits, si l'on pouvait toujours apercevoir ces effets².

Cette belle page ne méritait-elle pas d'être rappelée? et ne fournit-elle pas un argument de fait aux courageux défenseurs du féminisme contemporain?

§ 3. — Électricité industrielle

La Bûche électrique. — A la dernière séance de la *Société des Ingénieurs civils de France*, M. Fernand Le Roy a présenté un nouvel appareil de chauffage par l'électricité, qu'il appelle « la Bûche électrique ». Cet appareil est constitué par un bâton de silicium pur, aggloméré et renfermé dans un tube de verre où l'on a fait le vide. C'est, en somme, une lampe à incandescence de forme cylindrique et où le filament de carbone est remplacé par un cylindre de silicium ayant plusieurs millimètres de diamètre.

M. Le Roy a choisi le silicium après avoir essayé successivement les autres corps; c'est sa résistance qui le lui a fait adopter: la résistance spécifique du silicium cristallisé est, en effet, 13,333 fois plus forte que celle du charbon à lumière et 235,291 fois supérieure à celle du maillechort.

M. Le Roy est arrivé à fabriquer du silicium dans des conditions économiques, de sorte qu'une bûche électrique peut valoir 3 francs à 3 fr. 50. D'après ses calculs l'emploi de l'électricité comparé à celui du gaz coûtera, pour le chauffage d'un poêle, un cinquième en plus qu'avec les appareils à gaz les plus perfectionnés, et moitié en moins qu'avec les appareils à mauvais rendement, tels que les bûches à gaz. Pour la cuisine, la dépense sera, pour l'électricité, d'un peu plus de deux fois celle du gaz.

Les bûches électriques se montent soit à l'intérieur d'enveloppes métalliques analogues à celles qu'on trouve dans les poêles ordinaires, soit dans des sortes de grilles qu'on peut placer au-dessous des rondelles où se mettent sans aucune modification les objets ordinaires de cuisine; casseroles, bouillottes, etc. Pour régler la température suivant les besoins, on fait varier le nombre des bûches dans le circuit. Dans les conditions normales la température est de 700 à 800°.

§ 4. — Chimie industrielle

Récents progrès du Tannage au chrome.

— Le tannage a pour but, comme on sait, de transformer la *peau* des animaux en une matière imputrescible, imperméable, insoluble dans l'eau bouillante: le *cuir*. On obtient ce résultat en faisant agir, sur la peau convenablement préparée, diverses substances qui forment, avec les constituants de celle-ci, des combinaisons insolubles. Parmi ces substances, la plus connue et la plus généralement employée est le tannin, qu'on trouve dans l'écorce d'un grand nombre d'arbres. Mais il est des corps de nature différente, des sels métalliques (sels de fer, d'alumine, de chrome, etc.), qui jouissent de propriétés analogues à celles du tannin; aussi a-t-on, depuis longtemps, cherché à les utiliser en tannerie. M. Henri Procter, directeur du Laboratoire des industries du cuir au Yorkshire College, vient de publier, à ce sujet, d'intéressantes études³. Il y traite, en particulier, du tannage au chrome et des modifications qu'il a été amené à apporter aux procédés usuels à la suite de ses recherches de laboratoire. Nous croyons utile de résumer ici ces dernières; le tan-

¹ Voici le texte, assez obscur, d'ailleurs, de la scholie de Newton :

² *Si æssimetur ægentis actio ex ejus vi et velocitate conjunctum Fr; et similiter resistens reactio æssimetur conjunctum ex ejus partium. Singularum velocitatis et viribus resistendi æ eorum attritione, cohesionis, pondere, et acceleratione oriundis; erunt actio et reactio, in omni instrumentorum usa, libi invicem semper æquales.*

³ MARQUISE DU CHATELET : *Institution de Physique*. Paris, MDCCXL, page 448.

² *The Leather Trades Circular and Review*, 12 janvier 1897 et 11 janvier 1898.

nage au chrome permet, en effet, d'effectuer d'une manière économique et rapide la transformation de la peau en cuir; il est appelé à se généraliser de plus en plus.

Le procédé le plus usuel du tannage au chrome est dû à Schultze. Il consiste essentiellement à imprégner la peau avec de l'acide chromique; pour cela, on la trempe dans une solution de bichromate de potasse, à laquelle on ajoute, par portions, de l'acide chlorhydrique. L'acide chromique n'est pas, par lui-même, un agent tannant, mais, à cause de son acidité, il est absorbé et retenu par les fibres de la peau. La peau est ensuite plongée dans une solution d'hyposulfite de soude; ce dernier agit comme réducteur et transforme l'anhydride chromique CrO_3 en oxyde chromique Cr_2O_3 qui forme une combinaison insoluble avec les constituants de la peau. Le cuir obtenu est ensuite traité comme dans les autres méthodes.

Cette méthode exige l'emploi de deux bains successifs, l'un pour l'imprégnation, l'autre pour la réduction. M. Procter a cherché à réunir les deux opérations en une seule, et il y est arrivé de la manière suivante : la peau est, comme précédemment, plongée dans le mélange de bichromate de potasse et d'acide chlorhydrique; puis on ajoute, peu à peu, une certaine quantité de glucose. Celui-ci réduit l'acide chromique, tout en se transformant en eau et acide carbonique.

Une opération bien conduite permet d'obtenir un cuir d'excellente qualité. Mais il est nécessaire d'employer des produits assez purs. Lorsqu'on opère avec du glucose contenant des impuretés organiques, le bain prend une couleur pourpre et le tannage est imparfait. Pour éviter ces inconvénients, M. Procter a poursuivi ses recherches; elles ont abouti à une nouvelle méthode, qui semble présenter tous les caractères de simplicité, de rapidité et d'économie désirables.

L'auteur part de l'alun de chrome, sulfate double de potasse et de chrome, qui se trouve dans le commerce sous forme de sel violet cristallisé. Si, à une solution de ce corps, on ajoute peu à peu de la soude caustique, il se forme un sulfate basique de chrome, qui cède de l'oxyde de chrome à une peau fraîche trempée dans la solution; on ajoute une certaine quantité de sel marin pour faciliter la réaction. On obtient ainsi un cuir doux, souple, presque blanc, résistant à l'ébullition. — Il faut avoir soin de dissoudre l'alun à froid; à chaud, il se formerait une solution verte, contenant un sel basique et de l'acide sulfurique libre, et le cuir obtenu serait boursoufflé et cassant.

Cette dernière méthode a donné les meilleurs résultats entre les mains de M. Procter. Si l'on se rappelle que l'alun de chrome est le sel de chrome le plus répandu dans le commerce et le moins coûteux, on peut conclure que le tannage au chrome, déjà fort usité en Angleterre et en Amérique, ne tardera pas à se répandre sur le continent.

Brasserie et Distillerie. — La *Revue générale des Sciences* se préoccupe sans cesse de mettre ses lecteurs au courant des recherches de Chimie pure et de Chimie appliquée, de leur faire connaître la marche et le développement des industries chimiques. Mais chaque question doit venir à son tour; car aucune revue ne pourrait aujourd'hui être assez vaste pour rendre compte des efforts que l'activité chimique tente dans toutes les directions, et l'homme de science qui veut assister au spectacle que celle-ci lui prépare doit s'en-tourer de recueils techniques.

Les *Annales de Brasserie et de Distillerie* qui paraissent aujourd'hui*, ont l'avantage de présenter, sous le couvert d'un titre restreint, le tableau complet des travaux faits dans toutes les industries de la fermentation alcoolique.

M. Auguste Fernbach, grâce à ses travaux de labora-

toire, grâce à la direction scientifique qu'il a donnée au journal *La Bière*, dont il a été pendant cinq ans le rédacteur en chef, a su imposer sa compétence en matière de brasserie et de distillerie. Il prend aujourd'hui la direction de ce nouvel organe, et accepte les lourdes obligations que M. Duclaux, dans sa préface, lui impose : « de prêcher la théorie, sans dédaigner la pratique, et d'établir entre ces deux pôles de tout édifice industriel des liaisons qui les consolident l'un et l'autre ».

Ces *Annales* contiendront, à côté d'articles originaux, une revue complète des travaux faits en France et à l'étranger sur les industries de la fermentation; elles contiendront, en outre, une série de notes rédigées spécialement pour le praticien, ainsi qu'une revue des brevets français et étrangers.

L. Lindet.

Professeur à l'Institut Agronomique.

Comité de Consultations industrielles. — Constamment la *Revue* reçoit, à destination de son *Comité de Consultations industrielles*, des lettres dont les signatures sont illisibles, et auxquelles, pour cette raison, aucune réponse ne peut être donnée. Elle prie instamment ses correspondants d'écrire *très lisiblement*, au-dessous de leur signature, leur nom et leur adresse exactement libellée.

§ 3. — Biologie

La Réunion biologique de Nancy. — La *Réunion* — dont notre distingué collaborateur, M. Prenant, va indiquer le but et les moyens d'action — n'intéresse pas uniquement cette florissante Université de Nancy, où elle a pris vie : il serait à désirer qu'elle servit d'exemple à la constitution de Réunions analogues en chacun de nos grands centres scientifiques. C'est en raison de ce caractère d'utilité, non seulement régionale, mais générale, que nous avons prié l'un des plus actifs organisateurs de cette Association d'en exposer ici l'objet propre et les principaux résultats.

LA DIRECTION.

La *Réunion biologique de Nancy* — fondée pour permettre aux personnes s'intéressant à la science biologique (dans la plus vaste acception du mot) de s'entretenir, en un commerce agréable et utile, des choses de la Biologie, largement ouverte à tous ceux qui, à des titres divers et dans une situation quelconque, s'occupent de Biologie, soit pour l'enseigner, soit pour l'apprendre, soit enfin pour la cultiver — vit aujourd'hui avec un plein succès la troisième année de son heureuse existence.

Ce succès était prévu. Il manquait à Nancy un organisme social qui ne fût pas une Société, qui ne fût pas non plus un Cercle, qui participât des caractères de l'un et de l'autre sans être exclusivement l'un ou l'autre, qui fût tout à la fois universitaire et extra-universitaire, qui sût dépasser les limites de l'Université tout en s'y abritant et y demeurant compris par la plus grande masse de son être, qui donnât une place aux étudiants à côté des professeurs, qui rapprochât les médecins et les hommes de laboratoire, et qui groupât toutes les intelligences capables de marcher, sous le pavillon biologique, à la conquête de l'affranchissement intellectuel de Nancy universitaire.

Il fallait, pour des raisons sociales, un organisme (?) capable de fonctionner sans être organisé, qui ne pût jamais craindre les maladies inhérentes à l'organisation dont souffrent tant de Sociétés de province, et la désorganisation finale consécutive à ces maladies, dont ces Sociétés périssent parfois. Il fallait aussi, pour des raisons humaines, un organisme nouveau, singulier, qu'il fût impossible de comparer à quoi que ce soit déjà existant, et dont on ne pût dire s'il était parfait ou imparfait, une forme vague et flottante, qu'il fût impossible de définir et, par suite, de critiquer.

Conformément à ces desiderata, le groupe créé à Nancy sous le nom de *Réunion biologique* est fait

* *Annales de la brasserie et de la distillerie*, Revue des Industries de la fermentation, publiées par M. Auguste Fernbach, docteur ès sciences, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur. J.-B. Baillière, éditeur.

selon un type tout spécial. Il se réunit une ou deux fois par mois en une conférence et un dîner. Deux modalités différentes de la réunion : la forme scientifique et utile, la forme amicale et agréable, se trouvent donc étroitement associées, d'une manière assez pittoresque, en une conférence-dîner, sinon en une soupe-conférence. Il faut dire, toutefois, que, pour des raisons multiples et variées, le dîner a peu réussi, si bien qu'il reste en réalité à chercher et à trouver, ce qui est difficile, une autre forme de réunion amicale, plus en rapport avec nos goûts et nos mœurs.

Ce qui distingue surtout la *Réunion biologique*, c'est qu'elle n'est pas une société et ne veut être qu'une réunion sans président, sans secrétaire, sans trésorier, partant sans procès-verbaux, sans bulletin, sans cotisations annuelles. Il n'y a d'autre président que celui des membres de l'Association à qui est fait l'honneur d'un jour de présider la Conférence ou la table, ou le savant étranger, de passage à Nancy, que la Réunion s'honore de compter momentanément parmi les siens. Il n'y a d'autre trésorier que le restaurateur recouvrant près de chacun le prix du dîner.

La Conférence remplit plusieurs rôles différents.

Elle est, en premier lieu, — renforcée d'ailleurs en cela par le dîner, — un organisme de concentration universitaire, rapprochant tous les biologistes, petits et grands, dans un esprit de dévouement les uns aux autres et de dévouement à la cause de l'Université lorraine. Il faut que les professeurs viennent au dîner biologique pour avoir le plaisir de serrer la main aux étudiants, et les étudiants pour avoir l'honneur de serrer la main de leurs professeurs. Les étudiants viennent à la Conférence pour entendre les professeurs leur apprendre des choses qu'ils ne sont pas obligés de savoir, les professeurs y viennent pour faire connaître aux étudiants des choses qu'ils ne leur doivent pas. N'est-ce pas là le superflu nécessaire, nécessaire plus encore dans la vie intellectuelle que dans la vie matérielle? Les professeurs, pour fréquenter la conférence, se rapetissent jusqu'à servir d'auditoire à leurs étudiants, les étudiants s'élèvent jusqu'à vouloir instruire les professeurs. Voir une fois par mois les uns devant les autres, la barrière tombée qui séparait les uns des autres, n'est-ce pas là, dans le milieu scientifique contemporain, la chose nécessaire plus encore que permise? L'esprit de dévouement des biologistes de Nancy les uns aux autres et à l'Université lorraine, qui se manifeste par la grande fréquentation de la Conférence, devrait être poussé si loin que cette fréquentation eût lieu sans qu'on s'inquiât de ce que l'on y pourra entendre, qu'on y vint pour y venir; pour y servir d'auditoire aussi bien que pour y parler. Notre altruisme ne va toutefois pas encore jusque-là; et des convocations portant l'ordre du jour doivent être envoyées pour renseigner chacun et lui permettre de faire son choix parmi les séances et, dans une séance, parmi les communications. C'est une concession regrettable faite à l'esprit d'organisation, un sacrifice fâcheux à l'égoïsme utilitaire.

La concentration universitaire, ce résultat si désirable, est obtenue d'une façon presque suffisante par la *Réunion biologique*. Car elle n'est pas exigeante sur le « biologisme » de chacun. Elle se laisse fréquenter par des chimistes, des physiologistes, qui ont ainsi montré qu'on pouvait, sans changer l'étiquette de la *Réunion biologique* lui donner le caractère d'un organisme, d'une réunion universitaire, de concentration universitaire.

En second lieu, la Conférence biologique est, comme on l'a très bien dit, un organisme d'initiation à la science et d'impulsion scientifique, de *Wissenstrieb*. C'est surtout pour les jeunes, pour les préparateurs, pour les internes, pour les étudiants même que cette réunion est faite, et c'est pour eux qu'elle a revêtu la forme spéciale qui la distingue. Elle initie les débutants, elle stimule ceux qui ont déjà reçu l'initiation, et développe chez eux la faculté d'extériorisation.

Que les nouveaux venus donc se croient, pour cette raison, autorisés à parler dans cette Réunion, se contentant modestement des menus faits scientifiques qui sont pour eux, persuadés que ces faits de détail, pourvu qu'on les sache bien observer, plairont à tout le monde, venant des jeunes travailleurs. Il est bien désirable que ce rôle d'initiation de la *Réunion biologique* soit bien compris des jeunes gens, et que, sûrs d'être intéressants, ils viennent nous parler avec confiance de ce qu'ils ont pensé et de ce qu'ils ont vu. Il en est, dès à présent, ainsi; le résultat cherché est en partie déjà atteint.

Voici maintenant une autre fonction de la Conférence biologique. Elle peut être utile à un nouveau point de vue, en remplissant un rôle de vulgarisation à champ restreint, pour les biologistes cantonnés dans les divers territoires de la Biologie. C'est dans ce même esprit de vulgarisation limitée qu'a été fondée il y a plusieurs années cette *Revue* même, destinée à faire connaître à tous ceux qui, ont une culture intellectuelle convenable et des connaissances générales suffisantes, les grandes questions, les plus grandes, les plus actuelles, les plus intéressantes, qui se discutent en dehors de la science qu'ils cultivent spécialement. C'est là que les médecins ont appris d'une personne compétente l'état actuel de la question de la photographie des couleurs; c'est là que les physiciens se sont renseignés sur les coccidies et leur rôle pathogène possible, etc...

Pour conserver à la *Réunion biologique* ce rôle si utile de vulgarisation, on s'est attaché à faire dans les ordres du jour une place distincte aux exposés généraux pouvant intéresser tout le monde et à leur donner la première place avant les communications spéciales faites pour les spécialistes. Il est peut-être souhaitable que la séparation soit dans l'avenir plus complète même entre les deux sortes de communications. Et, sous ce rapport, la Conférence biologique, pour répondre à tous les besoins, devrait être organisée de la façon suivante. Elle tiendrait régulièrement deux séances par mois.

L'une de ces séances serait consacrée aux spécialistes et aux communications de détail, et ces communications y prendraient la forme simple de démonstrations et d'explications. Pour cette sorte de séances, l'homogénéité plus grande des sujets en discussion augmente l'intérêt. Il y aurait avantage donc pour la *Réunion biologique* à se séparer, pour ces séances, en deux sections : l'une de Morphologie, l'autre de Physiopathologie, tout membre de la réunion conservant naturellement le droit de fréquenter les séances des deux sections, et l'unité de l'Association n'étant nullement atteinte du chef de cette séparation. Cette séance, toute intime, serait une occasion de se voir et d'échanger leurs idées pour les personnes étroitement renfermées dans l'un ou l'autre des deux groupes morphologique ou physio-pathologique; cet échange d'idées et la discussion des faits présentés se feraient dans une « pause » ménagée dans l'ordre du jour de la séance.

L'autre séance du mois serait réservée aux exposés généraux et, par conséquent, fréquentée par la Réunion tout entière. Parmi les séances de la seconde sorte, on pourrait en choisir deux ou trois qui seraient, par la composition de leur ordre du jour, ouvertes à un plus grand public, de manière à faire rayonner l'Université, librement représentée par la *Réunion biologique*, dans le milieu intellectuel ambiant.

La *Réunion biologique* fonctionnerait ainsi à trois degrés, tour à tour enserrée dans les limites des spécialités biologiques, élargissant son domaine à tous les biologistes, ouvrant enfin quelquefois ses portes à tous les intellectuels, quels qu'ils soient.

La *Réunion biologique* doit être encore dans un autre but un organisme de vulgarisation restreinte. Avons-nous le temps de faire le tour des laboratoires, des cliniques, pour y voir ce qui s'y fait d'intéressant, de

¹ C'est d'ailleurs ainsi dès à présent.

neuf, ou même seulement de bien ? Sommes-nous même avertis le plus souvent qu'il y a en tel endroit un fait intéressant à constater ? D'autre part, ne peut-on pas craindre d'être indiscret, en allant réclamer de quelqu'un la constatation d'un fait observé par lui, et d'être importun en lui demandant la reproduction d'une expérience, la présentation d'une pièce anatomique, qui lui ont été dix fois déjà auparavant demandées ? Qu'arrive-t-il alors ? S'il s'agit d'une chose certes intéressante à constater, d'une expérience physiologique rarement faite, d'un échantillon zoologique rare, ou seulement d'une préparation anatomique ou histologique exceptionnellement bien réussie, en tout cas s'il ne s'agit pas d'une trouvaille et d'une chose originale, rien n'en sera publié ; cette expérience ne sera pas refaite, cet échantillon zoologique ira s'enfoncer dans les vitrines d'un musée, cette préparation histologique disparaîtra dans les tiroirs d'un meuble à collection ; tout cela sera perdu pour nous. S'il s'agit au contraire d'une chose intéressante et neuve, originale, elle sera publiée avec un dessin peut-être ; mais c'est tout ce que nous en saurons. Nous n'en connaissons qu'une description et une figure, nous ne la connaissons pas elle-même. Nous ne serons pas plus avancés à l'égard de cette chose observée à Nancy, nous autres Nancéiens, qu'un Russe ou un Japonais qui lira la publication de l'observation. Il faut donc que la *Réunion biologique*, par ses démonstrations d'objets scientifiques, par ses leçons de choses, nous donne une revue des travaux biologiques des divers Instituts universitaires de Nancy. On n'a pas encore suffisamment ici compris, à cet égard, l'importance qu'il y a à ce que *tout* ou presque tout ce qui se produit à Nancy passe par la *Réunion biologique*, pour y être connu du plus grand nombre. On fait un triage trop sévère des communications qu'on aurait à lui donner, rejetant les unes comme ne contenant rien de neuf ni d'original, éliminant d'autres comme portant sur des points spéciaux ou impropres à exciter l'intérêt. En d'autres termes, on en use avec la *Réunion biologique* comme avec une véritable Société, qui ne doit accepter que des matériaux scientifiques choisis pour leur nouveauté ou leur importance. Cette conduite montre qu'on méconnaît encore un des buts principaux que vise la *Réunion biologique*, savoir la totalisation des résultats biologiques d'une Université.

Enfin, la *Réunion biologique* peut être, pour l'Université lorraine, un puissant organe de réclame scientifique. Sa puissance d'action, elle la tient de sa forme même. N'étant pas une Société, n'ayant pas d'argent, elle ne peut avoir de bulletin où insérer ses comptes rendus, où publier ses communications. Sa pauvreté l'a forcée à demander à divers journaux, très répandus, l'hospitalité de leurs colonnes. Est-il besoin de faire remarquer combien plus efficace est cette publicité que celle qu'une Société locale, provinciale, s'assure par son bulletin ? Par ce moyen plus que par tout autre, seront diffusés les travaux de la *Réunion*. De plus, ces travaux, si variés, de Médecine ou d'Anthropologie, de Chimie biologique ou d'Anatomie, qui seraient mélangés dans un bulletin difficilement accessible et peu répandu, paraîtront, chacun à sa place, dans des journaux qui sont entre les mains des spécialistes, et ceux-ci sauront où les trouver et même les trouveront sans les chercher.

En résumé, plusieurs rôles peuvent être remplis par la *Réunion biologique*, qui peut fonctionner à la fois comme organisme de concentration universitaire, comme organisme d'initiation et d'impulsion scienti-

fique biologique, comme organisme de vulgarisation restreinte et office de renseignements sur la production scientifique à Nancy, comme société productrice, comme agent de réclame enfin pour l'Université lorraine. Cette multiplicité des rôles était bien faite pour assurer le succès de la *Réunion*, parce qu'elle correspond à la diversité des situations et des tendances de chacun.

Et maintenant, voici les faits qui témoignent de l'activité de cette *Réunion*. L'année dernière, trente-neuf conférences, communications ou démonstrations y ont été faites (plusieurs par des étudiants) ; elles ont porté sur les branches les plus diverses de la Biologie.

Pour montrer que les différentes tâches qui incombent à la *Réunion biologique* sont bien effectivement remplies, et pour faire voir de quelle façon, voici, par exemple, l'ordre du jour de la dernière séance ordinaire, que M. Olivier, directeur de cette *Revue*, a bien voulu présider. Il comprenait :

1° Une conférence de M. Cuénot, professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences, sur *l'équation nucléaire au cours de l'ontogénèse* ; c'était la conférence de fond, d'une grande portée scientifique, en même temps qu'elle était faite dans le juste ton de vulgarisation restreinte qui convient à la *Réunion* ;

2° M. Maillard, étudiant en médecine : *Anomalie du muscle petit pectoral ; Tendon trochantérien* ;

3° M. Briquel, étudiant en médecine : *Dents de Ceratodus*.

(Ce sont là deux communications d'étudiants, apportant leur modeste, mais bien personnelle contribution ; ils ont reçu, par le fait même de cette communication, l'initiation scientifique) ;

4° M. Garnier, interne des hôpitaux : *Les filaments basaux des cellules glandulaires* ;

5° MM. M. Bonin, préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences, et P. Bouin, chef des travaux d'Histologie à la Faculté de Médecine : *Filaments artériels dans la cellule-mère du sac embryonnaire des Liliacées*. (Ces deux communications contiennent le résultat d'observations minutieuses et donnent la note véritablement scientifique. Par elles, la *Réunion biologique* fonctionne et produit comme une société quelconque) ;

6° M. G. Thiry, préparateur d'Hygiène à la Faculté de Médecine : *Démonstration de préparations d'actinomycose humaine et de sang malarique*. (Cette démonstration ne doit pas consacrer une acquisition scientifique ; c'est une simple leçon de choses : elle fait voir l'actinomycose à un physicien biologiste qui n'en connaissait que l'existence, l'actinomycose humaine à un médecin qui ne l'avait jamais vue.)

Quelques jours après cette séance ordinaire, la *Réunion biologique*, profitant de l'élasticité très grande de ses statuts, s'assemblait d'urgence en séance extraordinaire pour écouter de M. R. Picet, ancien professeur à l'Université de Genève, une remarquable conférence sur *l'état actuel de la question de la Frigotherapie*. Dans la dernière séance, M. Chamot, professeur à l'Université d'Ithaca (Etats-Unis), présentait à la *Réunion* les projections des photographies de son Université, ajoutant à cette présentation d'intéressantes explications sur le fonctionnement des Universités américaines¹.

A. Prenant,

Professeur à l'Université de Nancy.

¹ Cet article est, sauf quelques modifications, la reproduction d'un exposé de l'état de la *Réunion biologique* fait à la séance de rentrée du mois de novembre 1897.

L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE GÉNÉRAL

DANS SES RAPPORTS AVEC L'INDUSTRIE

L'organisation et le développement de l'enseignement scientifique sont aujourd'hui une des préoccupations dominantes des pouvoirs publics : les transformations incessantes des programmes d'examen, les créations de nouvelles chaires dans les Facultés des Sciences sont là pour en témoigner. Divers points de vue sont en présence : celui de l'intérêt spéculatif que la science présente pour tout esprit cultivé et celui de l'intérêt pratique qu'elle comporte par ses applications. De ces deux points de vue, le dernier seul préoccupe réellement l'opinion : c'est aussi le seul qui sera pris en considération dans cette étude. Si la question de l'enseignement scientifique général peut être envisagée sous deux aspects très différents, il n'en résulte nullement que les conséquences auxquelles conduit chacun de ces points de vue doivent nécessairement être en opposition. En fait, il n'y a pas de différence essentielle, comme nous nous efforcerons de le montrer, entre les besoins de la science pure et ceux de la science étudiée en vue de ses applications. La vérité en toutes choses est à la fois belle et utile à connaître.

I

Le développement rapide de l'industrie au XIX^e siècle restera pour les historiens de l'avenir la caractéristique de notre époque. Un phénomène aussi capital exige de toute évidence, pour être expliqué, l'intervention de causes spéciales n'existant pas aux siècles antérieurs. Or, les richesses naturelles du sol, l'habileté manuelle des hommes et les aptitudes commerciales n'ont certainement pas changé depuis les temps historiques; un seul facteur nouveau est intervenu : le développement rapide des sciences expérimentales, en particulier celui de la Chimie pour le siècle qui finit, celui de l'Électricité pour le siècle qui commence.

A chaque progrès scientifique se trouve lié tout un ensemble correspondant de progrès industriels. La métallurgie se développe brusquement aussitôt que l'analyse chimique fait connaître la composition des minerais naturels et celle des produits élaborés. Pour se perfectionner, la machine à vapeur a attendu l'étude expérimentale des propriétés de la vapeur d'eau, des lois du frottement, des propriétés mécaniques des métaux. L'industrie électrique est sortie de toutes pièces des laboratoires scientifiques. Cette action de la science n'a

pas été seulement indirecte et en quelque sorte inconsciente; elle s'est, dans bien des cas, manifestée par l'intervention directe de savants au nom desquels reste attaché le souvenir des grands perfectionnements industriels. N'est-ce pas Chevreul qui a créé l'industrie de la bougie, Berthollet celle des chlorures décolorants, Gay-Lussac celle de l'acide sulfurique, W. Siemens celle du chauffage au gaz, H. Sainte-Claire-Deville celle de l'aluminium?

Cette puissance de la science sur le monde matériel a été proclamée par Taine, dans une page magistrale, dont la reproduction ne sera pas déplacée au début de cette étude :

« Les sciences physiques ont donné aux hommes les moyens de prévoir et de modifier jusqu'à un certain point les événements de la Nature. Lorsque nous sommes parvenus à connaître la condition nécessaire et suffisante d'un fait, la condition de cette condition et ainsi de suite, nous avons sous les yeux une chaîne de données dans laquelle il suffit de déplacer un anneau pour déplacer ceux qui suivent; en sorte que les derniers, même situés en dehors de notre action, s'y soumettent par contre-coup dès que l'un des précédents tombe sous nos prises. Tout le secret de nos progrès pratiques depuis trois cents ans est enfermé là. Nous avons dégagé et défini des couples de faits tellement liés, que, le premier apparaissant, le second ne manque jamais de suivre; d'où il arrive qu'en opérant directement sur le premier nous pouvons agir indirectement sur le second. C'est de cette façon que la connaissance accrue accroît la puissance; et la conséquence manifeste est que la recherche fructueuse est celle qui, démantant les couples, c'est-à-dire les conditions et dépendances des choses, permet parfois à la main de l'homme de s'interposer dans le grand mécanisme pour dérouter ou redresser quelque petit rouage, un rouage assez léger pour être remué par une main d'homme, mais tellement important que son déplacement ou son raccord puisse amener un changement énorme dans le jeu de la machine, et l'employer tout entière au profit de l'insecte intelligent par lequel l'économie de sa structure aura été précisée. »

On ne saurait mieux définir le rôle pratique de la science. Mais l'affirmation de l'intervention de la science dans l'industrie est devenue aujourd'hui une profession de foi tellement banale qu'il serait oiseux d'insister plus longuement.

Il semble donc qu'entre la science et l'industrie doive régner une union intime et de tous les instants. Chaque opération industrielle met en jeu certaines propriétés de la matière dont la connaissance fait l'objet des études scientifiques. Avant d'élaborer tel ou tel produit, le directeur d'usine va sans doute demander au chimiste et au physicien ce qu'ils en savent. En fait, il n'en est rien; en céramique, par exemple, on ne trouverait pas, chez

nous, à l'heure qu'il est, une demi-douzaine d'industriels ayant eu la curiosité de se renseigner d'une façon précise sur les propriétés de l'argile et de la silice, qui sont la base de toute leur fabrication. Dans les constructions mécaniques, où l'on met en œuvre une si grande variété d'aciers, combien trouverait-on, en dehors des services de l'État et des grandes Compagnies de Chemins de fer, d'ingénieurs qui se préoccupent de connaître la composition chimique de ces aciers, simplement même leur teneur en carbone? La métallurgie est certainement, parmi les industries minérales, une de celles qui a le plus d'appointances avec la science, et pourtant, combien de ses représentants se désintéressent complètement des études si remarquables faites depuis quelques années sur les carbures de fer, sur la structure des métaux!

Personne, comme on le disait au début de cette étude, ne se refusera à proclamer que les progrès de l'industrie sont intimement liés à ceux de la science, mais, en même temps, on contestera que l'application des méthodes scientifiques à une industrie particulière puisse amener un progrès immédiat, équivalant aux dépenses de temps et de matériel nécessitées. La science sera tenue pour un article de luxe que peuvent se payer les industries florissantes, mais dont il faut s'abstenir dans les situations difficiles. Il semblera plus sage de se contenter des bienfaits indirects résultant du progrès général et de la diffusion des connaissances scientifiques dans l'ensemble du pays, bénéfices obtenus aux frais de tout le monde, sans grever directement le prix de revient de telle ou telle usine.

Eh bien, dans l'état actuel, cette opinion est beaucoup moins absurde qu'il ne pourrait sembler *a priori*; elle peut être sinon justifiée, du moins excusée, par ce fait que, trop souvent, lorsque l'on cherche à mettre en pratique les connaissances scientifiques apprises sur les bancs du collège ou des écoles, elles se trouvent en défaut. Comme par un fait exprès, on n'a jamais appris ce que l'on aurait besoin de savoir. La Nature, dont on a étudié les phénomènes, est trop souvent une nature de convention, n'ayant, avec la réalité des faits, que de lointaines analogies.

Le métallurgiste ne connaît pas les propriétés du fer, il ne sait rien de ses transformations allotropiques si curieuses, qui jouent un rôle capital dans l'élaboration de ce métal. Et, ce qui est plus grave, il ne peut s'instruire en lisant les travaux publiés sur ce sujet, parce qu'il ne les comprend pas, faute de notions générales sur les transformations réversibles et les retards aux transformations. Le céramiste n'a jamais entendu mentionner dans ses cours les silicates, qui forment pourtant la majeure partie du globe terrestre; il n'a aucune notion gé-

nérale sur les verres, dont il fait usage à tout instant. Le mécanicien, en présence d'un projet de machine, a bien à sa disposition des systèmes de n équations à n inconnues; elles ont le seul défaut d'être insolubles, et de s'appliquer à des matériaux fictifs qui ne connaissent ni la fragilité ni l'érouissage. Par contre, il ne possède pas les grandes lois générales de la Mécanique assez gravées dans l'esprit pour être inconsciemment guidé par elles dans ses recherches et ses tâtonnements. Le chimiste, en présence d'un précipité, se trouve dans l'ignorance la plus complète des conditions générales de solubilité (influence de la température, du temps, des corps dissous étrangers), dont dépend pourtant complètement le degré de précision de ses analyses.

On remarquera que, dans les exemples cités ici et dans tous les cas semblables que l'on pourrait réunir en nombre indéfini, les notions scientifiques dont l'absence fait le plus vivement sentir ses inconvénients, appartiennent toutes au domaine de l'enseignement scientifique général, et, pour le plus grand nombre, au domaine de l'enseignement secondaire. Ce défaut d'accord entre la direction donnée à l'enseignement et les besoins de la vie pratique, a été, à mainte reprise, signalé; mais trop souvent aussi les remèdes proposés ne pourraient, si on les appliquait, qu'aggraver le mal existant. Les personnes étrangères à l'industrie sont portées à croire que, pour approprier l'enseignement général aux besoins de celle-ci, il faut le rendre ce qu'on appelle *pratique*, lui donner une fausse apparence d'enseignement technique; le surcharger de recettes particulières dont il n'est déjà parfois que trop encombré. C'est là une tendance désastreuse, contre laquelle on ne saurait trop vivement réagir.

Les faits particuliers sont tellement nombreux dans le temps et dans l'espace, qu'il n'est possible à chacun de nous d'en connaître qu'une intime partie. Si l'enseignement porte sur les faits, il faudrait un hasard bien grand pour que ceux que l'on a appris vous soient un jour utiles, même en spécialisant outre mesure l'enseignement. On aura beau meubler sa mémoire de dessins d'appareils, de formes de fours, de méthodes d'analyses chimiques, quelques années plus tard, dans les usines, cette érudition péniblement acquise sera hors d'usage: les formes des fours, les méthodes d'analyse, se seront transformées. C'est que l'industrie marche au pas de course: tous les dix ans, son outillage est à refaire, et ses méthodes à renouveler.

Ce qu'il faut chercher, au contraire, c'est à rendre l'enseignement plus réellement scientifique, en prenant le mot *science* dans sa plus haute acception théorique, celui de la science générale de

la Nature, ce que les Anglais appellent la philosophie naturelle. Tout l'enseignement scientifique doit converger vers la démonstration et l'incrustation dans l'esprit des grandes lois propres à chaque science. Les relations des faits entre eux, les relations de causalité et d'analogie, c'est-à-dire les lois des phénomènes naturels sont infiniment moins nombreuses que les faits particuliers et, de plus, éternellement vraies. La connaissance de ces lois, c'est-à-dire les connaissances scientifiques proprement dites seront, une fois acquises, utilisables pendant toute l'existence; l'occasion d'en tirer parti se présentera à chaque instant. L'ingénieur métallurgiste qui aura appris comment les dimensions d'un four sont sous la dépendance 1^o de la force musculaire de l'ouvrier qui ne peut remuer qu'une certaine quantité de matière, 2^o de la longueur-limite de la flamme du combustible qui s'oppose au chauffage uniforme d'une enceinte trop vaste, 3^o de la conductibilité des parois qui ne permet pas une bonne utilisation de la chaleur dans un appareil de dimensions trop restreintes, — sera autrement armé pour la lutte industrielle que s'il s'était contenté d'apprendre les formes et dimensions des fours en usage à une époque déterminée.

L'enseignement scientifique, qu'on l'envisage au point de vue théorique ou au point de vue pratique, et même l'enseignement technique, ne doivent donc avoir qu'un but unique : l'exposé et l'application des lois générales des phénomènes naturels. Il ne faudrait pas en conclure que tous les faits particuliers doivent disparaître de l'enseignement; il en faut, au contraire, et il en faut beaucoup, parce que l'énoncé d'une idée générale, indépendamment des faits particuliers qu'elle résume, n'est qu'un vain bruit dans l'oreille qui ne peut éveiller aucune idée dans l'entendement. La compréhension d'une idée générale est la vision distincte et simultanée de tous les faits particuliers différents qu'elle groupe en les rapprochant par le point de vue d'un de leurs côtés communs. Dans l'enseignement général, ces faits particuliers doivent être choisis exclusivement d'après leur convenance plus ou moins grande pour mettre en lumière telle ou telle notion générale; dans l'enseignement technique, ils doivent être choisis d'après leur utilité immédiate. Mais, dans les deux cas, ils doivent être rattachés aux notions générales dont ils dépendent, de façon à bien mettre celles-ci en relief et à faciliter ainsi leur utilisation ultérieure.

11

Examinons rapidement, en nous plaçant à ce point de vue, l'enseignement actuel des trois prin-

cipales sciences expérimentales : *Mécanique, Physique et Chimie*.

La *Mécanique*, par une bizarrerie des programmes, est aujourd'hui rattachée aux Mathématiques et, par suite, enseignée par des mathématiciens étrangers à toute pratique de Mécanique appliquée. Son enseignement se réduit à ce que l'on appelle la Mécanique rationnelle, science que l'on fait dériver le plus directement possible de l'Analyse mathématique. On passe complètement sous silence ses principes expérimentaux, dont l'étude est pourtant bien intéressante au point de vue philosophique; on glisse sur ses lois fondamentales de conservation du centre de gravité, des aires, etc., si importantes cependant pour les applications pratiques. On se contente de leur expression mathématique, qui n'en donne pas une intelligence assez nette pour que l'esprit soit toujours prêt à en faire instinctivement usage.

Ce n'est pas à dire pour cela que la Mécanique rationnelle ne rende pas de grands services pour les usages auxquels elle est plus spécialement destinée; les astronomes, les ingénieurs, constructeurs de grands ponts métalliques, ne pourraient s'en passer. Mais ce n'est pas spécialement la science de la Mécanique, c'est seulement l'application du calcul à une science que l'on n'a jamais apprise et qu'il faut, en quelque sorte, deviner a fur et à mesure que l'on en fait usage. Ce mode d'enseignement interdit la science aux personnes étrangères aux mathématiques ou qu'elles ont oubliées; même à celles qui les savent il n'en donne qu'une idée très incomplète. Il faudrait, une première fois, dans l'enseignement secondaire, faire un exposé complet de la Mécanique en mettant bien en relief ses lois fondamentales au moyen d'exemples aussi variés que possible, mais assez simples pour ne pas exiger un emploi abusif des Mathématiques. Ensuite, pour une minorité, on viendrait, dans l'enseignement supérieur, compléter, par la Mécanique rationnelle, les connaissances générales préalablement acquises. C'est ce que l'on fait pour la Géométrie. Il ne viendrait à personne aujourd'hui l'idée de supprimer la Géométrie euclidienne de l'enseignement, pour ne conserver que la Géométrie analytique. Cela n'aurait pourtant pas plus d'inconvénients que le mode actuel d'enseigner la Mécanique.

L'enseignement de la *Physique*, au moins l'enseignement secondaire, est exclusivement dirigé vers l'établissement des lois générales de la Pesanteur, de l'Hydrostatique, de la Capillarité, de la Chaleur, de l'Électricité, du Magnétisme, de l'Optique, et il se trouve ainsi merveilleusement adapté aux besoins de la pratique. La preuve en est que l'on ne songerait, dans aucune industrie, à remplacer la

connaissance des lois de la Physique par des notions empiriques; à construire des lentilles, sans tenir compte des lois de la réfraction; à faire des installations électriques, sans se préoccuper des lois de Ohm. Peut-être même la préoccupation exclusive des notions générales fait-elle un peu trop sacrifier les faits particuliers; il y aurait intérêt à donner, en étudiant chaque grandeur, de petits tableaux numériques relatifs à une dizaine de corps usuels, non pas, bien entendu, pour les faire apprendre aux élèves, mais seulement pour leur donner une idée générale de l'ordre de grandeur des principaux phénomènes.

Il y a cependant une partie de l'enseignement de la Physique qui laisse souvent à désirer: c'est celle qui est relative aux appareils de mesure. Elle est très développée avec juste raison, mais elle n'est pas dans la direction utile. On arrive, sous la préoccupation dominante des examens, à augmenter outre mesure le nombre des appareils décrits, ce qui présente de graves inconvénients. Quand, par exemple, on donne treize méthodes calorimétriques, comme dans certains ouvrages destinés à l'enseignement, on trompe les élèves en leur laissant croire qu'elles ont une existence réelle; en fait, il n'y en a que deux: la calorimétrie à eau et la calorimétrie à glace. En outre, en décrivant ces méthodes au pas de course, comme on est obligé nécessairement de le faire, on passe sous silence la seule chose intéressante et utile à connaître: le degré de précision des résultats obtenus et la raison d'être de cette précision. On ne trouverait pas un élève sur cent qui soupçonne quel intérêt il y a à se servir en calorimétrie de thermomètres donnant

le $\frac{1}{100}$ de degré plutôt que le $\frac{1}{10}$. La seule impression qui puisse rester de ces descriptions d'appareils est que leur choix est surtout une question de mode; il n'en résulte aucune notion de ce que peut être une expérience de mesure. Et pourtant il n'y a rien de si utile à savoir pour la pratique industrielle: une seule expérience, bien faite peut parfois économiser des mois de tâtonnements empiriques. Cette insuffisance du premier enseignement de la Physique se fait, du reste, sentir jusque dans les laboratoires de science pure, où l'emploi des procédés de mesure les plus précis conduit parfois aux résultats les plus inexacts, parce que l'esprit n'a pas été habitué de bonne heure à se rendre compte de la corrélation qui peut exister entre la précision d'un résultat et la précision des mesures qui cherchent à l'établir; l'oubli d'un seul facteur ou sa détermination insuffisante suffit pour réduire à néant les expériences les plus soignées.

Il existe, en outre, dans l'enseignement secon-

daire de la Physique, une lacune regrettable: la science de l'Energie, qui est de toutes les branches de la Physique la plus importante puisqu'elle tient toutes les autres sous sa dépendance, est totalement passée sous silence. C'est le résultat d'un préjugé regrettable qui tend à réduire la science de l'Energie à la Thermodynamique et la Thermodynamique à des intégrales. Cette partie de la science a eu le même malheureux sort que la Mécanique, aggravé encore par une absence totale d'unité. Les points de vue contradictoires de Carnot, Clausius, Gibbs, y sont amalgamés de façon à former un ensemble tellement complexe qu'on ne saurait songer à l'introduire dans l'enseignement secondaire. Pourtant, les lois de l'Energétique sont partout dans la Physique, on ne peut pas les en chasser, tout au plus peut-on les disséminer de façon à cacher le lien qui les réunit en un seul faisceau. On arrive ainsi à ce résultat étrange de laisser croire aux élèves que le principe de conservation de l'énergie en Mécanique, le principe d'équivalence en Physique et le principe de l'état initial et final en Chimie sont trois lois différentes.

L'enseignement de la *Chimie* est celui qui est le plus en souffrance; il a conservé de la tradition des alchimistes, des collections de recettes de préparation souvent démodées et des listes de petits faits certainement intéressants en eux-mêmes, mais dont la place serait plutôt dans les dictionnaires de Chimie. En même temps, il s'est laissé envahir par des théories sur la constitution de la matière qui sont imposées à l'esprit des élèves sous forme d'articles de foi qu'il faut accepter comme ceux d'une religion révélée. Les lois générales, ou tout au moins les relations qualitatives d'analogie et de causalité, là où les lois précises font défaut, sont tout à fait laissées au second plan. Les listes des petits faits sont stériles pour les raisons données plus haut, parce qu'il y a bien peu de chances que ceux que l'on a appris soient précisément ceux que l'on ait besoin de connaître plus tard. Les théories ont le grave danger d'habituer l'esprit à accorder une même confiance aux imaginations personnelles de l'entendement de chacun et à l'observation précise des faits. Elles sont la négation de la méthode expérimentale qui a donné à la Chimie un si brillant essor au commencement de ce siècle et a provoqué par contre-coup une révolution si complète de certaines industries. Ce n'est pas à dire que ces théories doivent être absolument proscrites de l'enseignement; elles donnent satisfaction à un besoin de l'esprit de s'élever au delà du tangible; après avoir lu le *de Natura Herum* de Lucrèce, il est bien difficile de ne pas garder quelques sympathies aux atomes. Il suffirait pour satisfaire à la fois la raison et le sentiment, au lieu de

placer en tête de la Chimie une affirmation dogmatique de telle ou telle constitution de la matière, de changer l'ordre et de placer ces théories à la suite des faits expérimentaux qu'elles résument. On aurait le double avantage de respecter ainsi la vérité historique et de ne pas fausser systématiquement l'esprit des jeunes chimistes.

Parmi les lois de la Chimie, celles qui se rapportent aux quantités de matières entrant en réaction sont complètement enseignées, mais ce sont les seules. Les lois, connues, il est vrai, seulement d'une façon approchée, qui rattachent les diverses propriétés d'un composé à celles de ses composants, celles des corps homologues entre eux, celles des corps simples à leurs poids équivalents, mériteraient une place importante. Mais surtout la Mécanique chimique, dont les lois générales sont aujourd'hui bien connues, devrait recevoir un développement considérable. Il ne suffit pas de donner quelques exemples partiels de ces lois et de les faire apprendre par cœur sans en laisser comprendre le sens. Ce qu'il faut, c'est grouper autour de chacune d'elles un nombre suffisant des innombrables faits particuliers de la Chimie pour en donner à l'esprit une claire intelligence, et produire une empreinte assez vigoureuse pour qu'elle ne s'efface plus. Or, c'est exactement le contraire que l'on fait : quand on parle de dissociation, on le fait de façon à laisser croire que c'est là un phénomène exceptionnel et tout à fait anormal. Il y a trente-cinq ans, ce sentiment pouvait passer pour une prudente réserve ; aujourd'hui on doit l'apprécier tout autrement.

L'intérêt des lois de la Mécanique chimique au point de vue théorique n'a pas besoin d'être démontré ; il n'est pas moins grand au point de vue pratique. Presque tous les corps mis en œuvre dans la métallurgie et l'industrie chimique sont des corps qui ont épuisé toutes leurs affinités chimiques, ils ne réagissent entre eux que par des réactions limitées, que l'industriel cherche à rendre les plus complètes possible ; il suffit de citer la réduction des minerais de fer par l'oxyde de carbone, l'oxydation de l'acide chlorhydrique par l'air en présence de l'oxyde de cuivre, la préparation des explosifs nitrés, etc., etc. La connaissance précise des conditions les plus avantageuses pour rendre les réactions aussi complètes que possible, c'est-à-dire avoir les plus forts rendements, est pour l'industriel d'une utilité pratique évidente.

III

A côté ou plutôt au-dessus de ces lois particulières à chaque science, il existe certaines notions plus générales encore et embrassant toutes les

sciences que l'enseignement scientifique peut également et doit développer. Ces notions, d'ordre philosophique si l'on veut, ont, malgré leur généralité extrême qui les rend presque banales, une valeur inappréciable pour la préparation à la vie pratique.

La première de ces idées générales indispensables est la croyance absolue à la nécessité des lois qui régissent les phénomènes naturels. C'est la base de toute science. Personne évidemment aujourd'hui ne songerait à attribuer un libre arbitre à la matière ; mais il ne suffit pas d'une conviction platonique qui reste sans manifestation extérieure. Il faut des convictions assez profondément gravées dans l'esprit pour se manifester dans les actes spontanément et avant toute réflexion. En présence d'un fait inexplicable, il doit se développer instantanément un sentiment de révolte à l'idée que ce fait pourrait ne pas comporter d'explication, ne pas se rattacher à d'autres faits antérieurs. Cette explication existe, même si elle reste momentanément inconnue ; on peut la trouver, on doit la chercher. Ainsi, en présence d'un four dont la température cesse de monter, on entend souvent dire dans les usines : « Tel four dort, il n'y a rien à faire qu'à attendre qu'il se remette en marche. » L'ingénieur qui aura le moindre sens scientifique protestera devant une semblable routine et affirmera que la température d'un four est fatalement liée à certaines conditions déterminantes que l'on peut découvrir, que l'on doit connaître par avance si l'on a reçu une éducation technique sérieuse. Ces conditions sont : la chaleur fournie par le combustible, la chaleur emportée par les fumées, la chaleur perdue par rayonnement. Une demi-heure d'étude suffira pour savoir laquelle de ces causes est en jeu et triompher de la prétendue résistance du four. L'enseignement peut imprimer ce sentiment vivace de la nécessité des lois naturelles par la répétition fréquente d'exemples de leurs applications, surtout par l'exposé très détaillé de celles d'entre elles qui sont connues d'une façon absolument rigoureuse et par suite ne comportent aucune exception.

La seconde idée fondamentale, non moins indispensable, est celle de la complexité des faits naturels et de la multiplicité de leurs causes. Une loi n'est pas seulement une relation entre deux termes : chaque fait est une fonction d'un grand nombre de facteurs indépendants ; il en est ainsi même des plus simples. La densité d'un corps dépend de sa nature chimique, de son état allotropique, de la pression, de la température, du voisinage d'une paroi solide, etc. La connaissance purement qualitative de ces facteurs exige que chaque phénomène soit envisagé à des points de vue multiples. Le

constructeur qui envisage les matériaux de construction au seul point de vue mécanique et ignore le point de vue chimique, laissera le fer se rouiller à l'air, les ciments se détruire à l'eau de mer. Mais le point de vue chimique ne suffit pas encore, il y a certaines conditions physiques essentielles à faire entrer en ligne de compte. Pour avoir négligé l'influence de la température sur les métaux, celle de la porosité dans les mortiers, on a eu, en fait de construction, des mécomptes trop connus pour qu'il soit nécessaire d'y insister.

Ce sentiment de la complexité des phénomènes naturels est difficile à développer par l'enseignement, surtout par l'enseignement général. Avec beaucoup de raison cet enseignement commence par étudier isolément chacune des propriétés de la matière, en ignorant momentanément toutes celles qui peuvent lui être juxtaposées. Cette méthode a l'avantage d'une grande clarté et est indispensable pour les premières études scientifiques; mais, trop longtemps prolongée, elle a l'inconvénient de former des esprits théoriques, autrement dit des esprits faux, qui sont habitués à n'envisager les choses que par un seul côté. C'est à l'enseignement technique qu'il appartient surtout de réagir contre cette tendance, mais cela est possible aussi dès l'enseignement général à l'occasion de quelques-unes des applications pratiques que l'on y donne toujours. Pour obtenir le résultat voulu, ce n'est pas le plus ou moins grand nombre d'exemples qui importe, mais la perfection individuelle de chacun d'eux. Si l'on veut, dès l'enseignement général, donner une idée de l'analyse chimique réelle, il ne sert à rien d'indiquer pour un grand nombre de corps les précipités employés pour leur dosage. Il suffira de prendre une, deux méthodes d'analyse au plus, en approfondissant avec toute la précision possible toutes les conditions déterminantes de succès, c'est-à-dire la solubilité des précipités et la variation de cette solubilité par la sursaturation ou par les phénomènes d'équilibre résultant de la présence de corps étrangers, les phénomènes d'entraînement qui amènent parfois la précipitation des corps réputés les plus solubles, etc.

Une troisième idée fondamentale non moins indispensable que les précédentes est celle de la subordination des caractères. Parmi toutes les causes qui concourent à la production d'un phénomène donné, il en est qui ont une influence beaucoup plus considérable sur le résultat final. L'esprit doit être instinctivement porté à la recherche de ces caractères dominateurs; il doit le faire sans attendre même qu'il ait la certitude d'avoir achevé l'énumération complète des causes à envisager. Dans l'industrie, on n'a pas le temps de s'arrêter

et de réfléchir longuement à la solution de tel ou tel problème comme on peut le faire dans un laboratoire scientifique. Les frais généraux courent toujours, il faut payer la main-d'œuvre. Le jour où l'on est en présence d'une difficulté, on ne peut suspendre la vie d'une usine pour se donner le loisir de la réflexion: il faut toujours marcher, aller de l'avant, même avec des renseignements incomplets; cette tournure d'esprit qui conduit en toutes choses à chercher dès l'abord le nœud vital de la question à résoudre est alors infiniment précieuse, car elle seule permet d'éviter dans cette précipitation les erreurs trop grossières. Elle constitue l'élément le plus essentiel de ce que l'on appelle l'esprit pratique; elle empêche de se noyer dans les détails, de trop viser à la perfection dans les petites choses. Elle permet ainsi de tirer le rendement économique maxima de ses capacités et de son travail.

Mais cette disposition d'esprit n'est pas naturelle à l'homme, elle ne peut être développée que par une longue expérience pratique ou une éducation scientifique convenablement dirigée. Hors de là, on se laisse aller à attacher une importance prépondérante aux faits qui frappent le plus vivement les sens et l'imagination. Comme l'a dit Bastiat, l'homme n'accorde d'existence qu'à ce qu'il voit, et tient pour quantité négligeable ce qu'il ne voit pas. Ainsi, l'ingénieur qui emploie des mortiers hydrauliques ne se préoccupe que de leur dureté parce qu'il la constate par l'effort de la main ou le choc de la pioche, sans réfléchir que dans les constructions les maçonneries n'ont généralement à supporter que des efforts très faibles; mais il ne voit pas l'action destructrice des agents naturels, qui est pourtant seule utile à considérer. Le constructeur de machines jugera exclusivement la qualité des métaux sur les essais de traction, sans penser à la fragilité, autrement importante dans les usages des métaux, mais que les essais ne mettent pas aussi nettement en évidence. Ou bien encore la simple influence de la publicité faite sur telle ou telle question conduira à attribuer à cette question une importance proportionnée à cette publicité: il y a là, sur l'esprit, un mode d'action analogue à celui que met en jeu la réclame industrielle. La simple répétition d'une affirmation la grave de plus en plus dans l'esprit, comme les coups répétés du marteau font pénétrer le clou dans une planche. Telle a été, il y a quelques années, dans les mines, l'origine de l'influence attribuée aux dépressions barométriques pour provoquer les explosions de grison.

L'enseignement scientifique général ne tend pas plus à développer le sentiment des caractères dominateurs que celui de la complexité des faits et cela

pour la même raison : parce qu'il étudie isolément les diverses faces de chaque phénomène et néglige trop complètement d'en faire de temps en temps des rapprochements synthétiques pour reconstituer les faits réels. Mais surtout la place accordée dans l'enseignement à telle ou telle partie de la science est bien moins proportionnée à son importance réelle et à son degré de bienfaisance (pour employer l'expression de Taine), qu'à certaines conditions extérieures, telles que la facilité des expériences, la notoriété des savants qui l'ont étudiée, ou simplement encore la préférence de tel ou tel examinateur. Sans attendre l'enseignement technique, l'enseignement général, particulièrement celui de certaines sciences, pourrait habituer l'esprit à cette recherche des caractères dominateurs : celui des sciences naturelles, où le principe de la subordination des caractères tient une si grande place dans la classification; celui de la Chimie, où il est si facile de mettre en relief, dans l'étude descriptive des différents composés, leur caractère essentiel, le pouvoir oxydant des manganates, l'action réductrice des sels stanneux, la coloration des sels de cobalt. L'enseignement littéraire lui-même peut déjà développer cette notion du caractère dominant, qui tient une si grande place dans les questions d'art.

Il ne faut pas se dissimuler cependant que ces idées générales sont encore bien stériles sans une certaine activité intellectuelle, une initiative nécessaire pour les mettre en œuvre. Ce nouveau point de vue, qui semble plutôt appartenir au domaine de l'éducation morale qu'à celui de l'enseignement scientifique, se rattache cependant à ce dernier. On pourrait y faire ce que l'on fait aujourd'hui dans l'enseignement littéraire, se préoccuper de développer le libre examen, l'initiative des jeunes gens. C'est une erreur trop répandue de penser que l'idéal, en fait d'enseignement scientifique, est d'infuser à de jeunes esprits des idées toutes faites, choisies parmi celles qui passent pour les plus exactes. De là le système actuel d'occuper la moitié du temps des études à prendre des notes et l'autre moitié à les apprendre. On oublie trop facilement que, si la formule apprise est adéquate à la formule enseignée, l'idée attachée dans les deux cas à cette même formule est toute différente. Pour le professeur, derrière les mots employés il y a tout un ensemble de faits empruntés à son expérience personnelle qui viennent se presser dans sa mémoire; pour l'élève, il n'y a rien, à moins que, par un effort personnel, il n'ait, en rapprochant une série de faits antérieurement connus de lui, fait cette idée sienne. Ce sont ces idées personnelles qui seules ont une valeur pratique quelconque; les autres, celles qui ont été apprises mécaniquement, glissent

sur l'entendement sans y pénétrer. Au bout de quelques années leur trace est totalement effacée.

Pour développer cette activité individuelle, il faudrait que, dans les sciences expérimentales, comme cela existe pour les sciences mathématiques, les devoirs écrits, les travaux personnels des élèves tinssent une large place dans l'enseignement, et ne se réduissent pas à quelques rares calculs mathématiques, le plus souvent dépourvus d'intérêt sur telle ou telle question de Physique. On pourrait faire analyser les mémoires scientifiques originaux qui sont restés classiques : ceux de Lavoisier, Gay-Lussac, Dumas, Sadi-Carnot, Regnault, Poinsot, en demandant de bien mettre en relief leurs points essentiels, ou discuter les avantages comparatifs de deux méthodes expérimentales ayant un même objet, celle du calorimètre à glace et du calorimètre à eau, par exemple : faire des programmes d'expériences pour des recherches sur un sujet donné; en un mot, imiter ce qui se fait avec beaucoup de raison dans l'enseignement littéraire. Avant tout, ce qu'il faudrait emprunter à cet enseignement est la lecture régulière des auteurs classiques. En apprenant dans un cours les résumés des expériences de Lavoisier ou de Dumas, on n'étudie pas mieux la science qu'on étudierait la poésie dramatique en apprenant des résumés des pièces de Corneille. A côté et autour des faits, il y a tout un cortège d'idées dans un cas, de sentiment et de mélodie dans l'autre, qui constituent bien plus que les faits matériels la science ou la poésie. Les résumés, bons pour la préparation aux examens, sont stériles pour le développement de l'esprit et de l'imagination.

Mais avant tout, pour communiquer à l'esprit des jeunes gens cette activité indispensable, il faut d'abord l'obtenir de leurs professeurs. Pour apprendre à leurs élèves à penser et à vouloir, il faut qu'ils commencent par penser et par vouloir eux-mêmes. S'ils ne sont pas activement mêlés au mouvement des recherches scientifiques, s'ils ne parlent de la science que par oui-dire et sans conviction, ils ne peuvent avoir de prise sur l'esprit de leurs auditeurs. Ils prépareront peut-être d'excellents candidats aux examens, ils ne formeront pas d'intelligences. En remontant dans ses souvenirs, chacun de nous peut rattacher telle ou telle partie de son développement intellectuel à l'enseignement de tel ou tel professeur; bien souvent ce sont nos plus mauvais professeurs dont le souvenir a droit à notre plus large part de reconnaissance.

IV

Ce serait ici le moment de s'excuser d'une aussi longue critique de notre enseignement en propo-

sant un remède à cette situation. En toute chose la critique n'est licite que si elle vise une amélioration de l'état de choses qu'elle condamne. Mais qui dit amélioration, dit changement, et qui dit changements, dit convenances ou intérêts particuliers lésés. Il est bien délicat d'entrer dans le détail de réformes qui se heurteront nécessairement à des usages établis, à des situations acquises.

La cause de l'état de stagnation de notre enseignement scientifique, tout le monde est d'accord sur ce point, tient aux examens donnant accès aux fonctions administratives. Ces examens méritent tous les reproches que Bastiat adressait dès 1818 au baccalauréat : « Les grades universitaires ont le triple inconvénient d'*uniformiser* l'enseignement et de l'*immobiliser*, après lui avoir imprimé la direction la plus funeste. » On ne peut cependant songer à supprimer les examens; dans un pays où tout le monde aspire à faire partie de la caste des fonctionnaires, il faut au moins entourer leur recrutement des apparences de la justice. Sans attaquer le mal par la base, on pourrait chercher à en pallier les inconvénients les plus graves.

Il serait utile, en premier lieu, de ne pas laisser la rédaction des programmes entre les mains de tel ou tel corps constitué de l'État, de telle ou telle École, mais d'en confier la révision périodique à une Commission composée de personnes étrangères à l'enseignement et à ses rivalités intestines. Des industriels, des officiers, des ingénieurs ayant brillamment parcouru leur carrière et s'entourant des conseils de spécialistes pour chaque branche de la science, pourraient imposer à l'enseignement secondaire des programmes que les Écoles du Gouvernement devraient ensuite accepter pour leurs examens d'entrée. On éviterait ainsi ce défaut de cohérence, cette agitation sur place qui bouleverse à chaque instant l'enseignement sans pour cela le faire progresser. On objectera à ce système que les besoins des divers services administratifs, que les intérêts de la science pure pourront être méconnus. Il suffit d'avoir collaboré à la rédaction de semblables programmes pour être fixé sur la valeur de tels arguments. D'ailleurs, avant de faire des membres de l'Institut et des fonctionnaires, l'enseignement doit avoir pour but de faire des Français capables de vivre et de produire. Ceux qui ont déjà vécu et produit quelque chose sont plus que personne autorisés pour donner leur avis.

Il serait utile en second lieu de supprimer la permanence des fonctions d'examineurs, de changer ceux-ci tous les ans en ne les nommant que quelques mois avant les examens. On supprimerait ainsi la préparation si pernicieuse des *colles* de tel ou tel examinateur. On trouverait parmi les professeurs de l'enseignement secondaire, les maîtres

de conférences et répétiteurs des Facultés ou des Écoles, des facilités de recrutement qui n'existent pas avec le système actuel. On objectera encore ici le défaut d'expérience de semblables examinateurs; mais on ne saurait prendre au sérieux cette objection, à moins d'avoir vécu absolument étranger à l'enseignement et aux examens.

Il faudrait avant tout et surtout avoir un recrutement de professeurs de l'enseignement secondaire pour lesquels la préoccupation de l'examineur ne soit pas le commencement et la fin de la sagesse. Il faudrait empêcher l'élite de l'Université d'aller s'enterrer sans profit pour le pays dans les Facultés, où il y a pléthore de maîtres de conférences, conserver dans l'enseignement secondaire des savants qui, par leur situation personnelle, puissent se rendre indépendants des sollicitations des familles et des injonctions de l'administration. Cela serait facile en leur accordant les avantages qu'ils trouvent dans les Facultés : loisirs suffisants pour leurs recherches personnelles et indépendance de leur situation. On pourrait, on devrait supprimer toutes les classes préparatoires à telle ou telle École; réduire le nombre des professeurs et le nombre des classes par semaine imposées à chacun d'eux, en donnant, s'il le faut, à chacun cent ou deux cents élèves. Mais, par contre, mettre dans leurs mains les correcteurs et répétiteurs qu'ils choisiraient et dirigeraient. Des positions semblables seraient recherchées à l'égal des chaires de Faculté. Une réforme semblable se heurterait à un préjugé fortement enraciné aujourd'hui : la crainte de la concurrence de l'enseignement libre. On veut pour les établissements de l'État le plus grand nombre d'élèves possible; il faut pour cela un enseignement préparant aux examens, c'est-à-dire un enseignement médiocre. L'ambition de l'Université devrait être plus haute : ayant derrière elle un budget inépuisable, elle devrait sacrifier la quantité à la qualité. Elle concourra bien plus efficacement au développement intellectuel du pays en envoyant dans les Écoles une élite de jeunes gens intelligents qu'en y faisant pénétrer le plus grand nombre possible de non-valeurs. C'est une erreur de croire que l'influence d'une institution sur la vie d'un peuple est proportionnelle au nombre total d'élèves qui lui sont passés par les mains, elle ne dépend que du nombre d'hommes *pensants* et *agissants* qu'elle aura lancés dans la circulation.

Quoi qu'il en soit de l'opportunité de telle ou telle des réformes proposées, la seule conclusion de cette étude sur laquelle je veux insister en finissant, est la suivante : Pour donner satisfaction aux besoins de l'industrie et de la vie pratique, c'est de l'enseignement scientifique général et particulièrement de l'enseignement secondaire dont il faut avant

tout se préoccuper. Les notions générales sont indispensables pour se reconnaître au milieu de la complexité des phénomènes de la Nature, et aucun enseignement n'a une action aussi profonde sur la formation de l'esprit que l'enseignement secondaire. C'est la même conclusion à laquelle M. A. Cornu

était arrivé, en partant d'un point de vue tout-à-fait différent, dans une étude publiée précédemment dans cette *Revue* (novembre 1896).

H. Le Chatelier,

Professeur au Collège de France.

LES INTÉRÊTS FRANÇAIS AU SIAM

Au moment où notre Gouvernement va se trouver amené à prendre des mesures décisives au sujet du Siam, il nous paraît utile d'attirer l'attention des hommes de science et des hommes d'action sur l'état actuel de ce royaume soumis à notre protectorat, d'indiquer ses ressources et aussi ses misères, de faire sentir et la grandeur de l'œuvre que nos compatriotes y ont accomplie et l'importance des entreprises agricoles et commerciales qui, dans ce pays, s'imposent aujourd'hui à leur activité.

Ainsi apparaîtra jusqu'à quel point sont actuellement traqués nos intérêts français au Siam, et combien il est urgent que nous brisions les entraves opposées au développement de notre influence en cette région de l'Indo-Chine.

I. — L'ŒUVRE GÉOGRAPHIQUE ET POLITIQUE DES FRANÇAIS EN INDO-CHINE DEPUIS TRENTE-CINQ ANS.

L'œuvre des Français en Indo-Chine depuis trente-cinq ans a été considérable et prépondérante pour l'avenir de ces régions.

Dès que la France eut établi son protectorat sur le Cambodge, en 1863, et installé un représentant à Phnôm-Pénh, sa capitale, l'amiral-gouverneur de La Grandière et le commandant Doudart de Lagrée se préoccupèrent de la reconnaissance effective du Mékong, fleuve de 3.000 kilomètres de cours, qui devait assurer nos relations maritimes avec la Chine méridionale. La Commission qui exécuta les études hydrographiques et ethnographiques de cette immense vallée conclut à l'innavigabilité du fleuve, à cause des rapides qui le divisent en trois biefs. De Lagrée mourut à la peine. Francis Garnier, devenu le chef de cette grande expédition, indiqua le fleuve Rouge comme devant réaliser nos moyens de pénétration, et, en 1873, ce fut un commerçant français, Jean Dupuis, qui se rendit de Hanoï au Yunnan par cette voie, avec ses vapeurs.

Mais cette démonstration concluante ne nous fit pas oublier le Mékong. Nos marins poursuivaient hardiment les explorations des passes et des biefs. Les Missions Pavie, auxquelles contribuèrent près

d'une cinquantaine de collaborateurs, fournirent, de 1879 à 1895, un vaste réseau de reconnaissances et d'études approfondies (fig. 1 et 2) s'étendant sur 700.000 kilomètres carrés et relevant les itinéraires sur un développement de 36.000 kilomètres.

Dans cette immense portion de l'Indo-Chine, nous avons été les seuls à nous faire connaître, à parcourir effectivement ces territoires pour les connaître nous-mêmes, et, depuis 1863 jusqu'en 1895, époque de nos démêlés avec les Anglo-Birmans, nous l'avons fait *sans interruption* et *pacifiquement*, montrant notre pavillon, lequel fut partout bien accueilli de ces dociles populations, opprimées par les Siamois¹.

Les troubles trop prolongés entre nous et l'Annam-Tonkin permirent aux Siamois, aussitôt après la prise de la Haute-Birmanie par les Anglais avec notre assentiment en 1884-1885, d'occuper le Laos, de compléter leurs empiètements commencés, depuis 1829, par la destruction du royaume de Viêt-Chan, vassal de l'Annam, et de les pousser jusqu'à la capitale du Luang-Prabang au nord-est et jusqu'à deux étapes de Hué (à Ho-Sang) au sud-est. Après avoir envahi les territoires semi-indépendants, ils s'implantaient dans les régions non-contestées, dépendant de l'Annam, dont notre traité de 1884 nous obligeait de défendre l'intégrité.

De là nos revendications près de la Cour siamoise, et, comme elle n'y répondait que par des ajournements indéfinis, l'envoi de deux navires (1893) pour appuyer les instances de notre ministre résident et de notre plénipotentiaire, MM. Pavie et Le Myre de Vilers. Nos navires se présentèrent à Paknam en vertu du traité de 1836, qui autorisait leur présence. On sait comment ils furent accueillis par la subite décharge des canons de la flottille et des forts siamois. Nos marins en triomphèrent rapidement.

Nous n'étions pas les agresseurs. Du fait des Siamois, tout traité antérieur était caduc : nous

¹ Nous ne nous reporterons pas à nos anciennes relations avec le Siam. Elles étaient amicales et datent de 1684. L'histoire bien connue infirme donc la prétention de priorité des Anglais, qui n'ont exercé d'influence au Siam que depuis trente ans à peine, pendant que nous étions absorbés ailleurs.



Gravé par F. Borremans, 17, rue St-Sulpice - Paris

Fig. 1. — Carte de la presqu'île indo-chinoise.

Min-Kia, Lou-tzé, Khamdi, Hotha, Shans, Pé-guans, Pa-Pé, Pa-na, etc., se sont infiltrées vers l'ouest et le sud, concourant à la formation des populations actuelles (fig. 4 et 5). Talaing, Pagouane, Bir-

d'origine qui relie entre eux tous ces habitants de notre Indo-Chine. C'est un fait important dont on peut déduire de multiples conséquences. Tandis que les Siamois veulent former une hégémonie en



Fig. 3. — Carte de la dissémination des branches de la race Thai, d'après le Dr A. Billet¹.

mane, Khas, Shan, Kmer et Annamite. Ces éléments se sont étroitement groupés autour des Siamois.

Cette agglomération si variée de races et de ramifications semblerait confuse si l'on ne se reportait au tracé de leurs migrations (figure 3). Ce tracé fait ressortir l'étroite affinité de famille et

siamisant tous ces Indo-Chinois, au contraire, nous Français, nous pouvons et devons en franciser les éléments principaux, aborigènes et immigrés.

¹ Voir : 1° *Exposé des relations du Siam avec le Cambodge et l'Annam, depuis ses origines*; 2° *L'Indo-Chine française, avec cartes et plans*; 3° *Les frontières de l'Annam-Tonkin*

§ 2. — Gouvernement et Administration.

Le gouvernement est une *monarchie absolue* de droit divin. Le Roi est désigné comme « maître des personnes et des biens ».

Le *recenu de l'Etat* est de 37 millions de francs et



Fig. 4. — Types masculins du Siam.

ses dépenses de 31 millions de francs, dont 1 million 800.000 pour le traitement des quatre-vingt dix étrangers entre les mains desquels, sous le nom de « Conseillers de la Couronne », le roi a remis toutes les charges administratives, comme le khédivé



Fig. 5. — Femmes siamoises.

a été forcé de le faire en Egypte. Au Siam, on ne compte pas un seul Français investi d'un emploi public. Cependant, le condominium établi en 1896 exigerait que les charges fussent également réparties entre les nationaux des deux

avec le Siam et la Birmanie; 40 Le Laos annamite, avec cartes; 50 Les Kims et Moïs, par le même auteur. — Challa-mel, éditeur, Paris.

puissances cogarantes de l'autonomie siamoise.

Les *impôts* s'appliquent aux personnes, aux maisons, aux cultures et aux industries.

L'impôt personnel, ou capitation, et corvée ou prestation, atteint les hommes de vingt à cinquante ans, et non la vieillesse comme chez nous. La corvée empêche tout développement de l'industrie.

Les Siamois paient pour la capitation 9 francs par an et les Chinois 1 fr. 50 seulement (en mettant le tical à 1 fr. 50). Le percepteur, en recueillant l'impôt, scelle autour du poignet du pauvre contribuable une ficelle que celui-ci doit garder un an. Ce trait peint la civilisation siamoise.

L'impôt foncier est différent suivant qu'il s'agit des districts éloignés, pauvres et peu cultivés. Là, les cultures seules sont soumises à une taxe de 0 fr. 60 par 17 ares (1 rai); dans les régions très cultivées et très peuplées toutes les terres paient



Fig. 6. — Ecole des Bonzes.

0 fr. 40 par rai. En outre, les produits du sol, arbres, fruits, légumes, paient 9 % *ad valorem*. Il en est de même des maisons à Bangkok.

Les rizières, qui sont la principale culture du pays, sont redevables de 1 franc par are et par an.

En ce moment on fait le *cadastre* des environs de Bangkok. Un service topographique a été créé en 1881 sur l'initiative du Roi et sous la direction de l'Anglais Mac Carthy, qui s'est illustré par ses cartes fantaisistes du Laos en 1886. Dans le Collège de Topographie appliquée, on a essayé en vain de dresser une centaine d'élèves siamois, avec cinq instructeurs indigènes et trois instructeurs anglais. On vient d'y appeler comme directeur un universitaire britannique.

§ 3. — Instruction publique.

S. M. Chulalongorn, prince éclairé, ayant reçu une éducation et une instruction anglaises dès son

bas âge, s'efforce d'améliorer l'éducation publique.

L'enseignement n'est presque partout donné que par les bonzes ou talapoins (fig. 6). Il n'est qu'oral et alphabétique. On vient seulement d'introduire quelques livres élémentaires.

Une école pour les fils des princes et mandarins a été fondée par le roi Mongkut, père du Roi actuel. Celui-ci a créé, outre une école de garçons, une école de filles dirigée par des dames anglaises. Les missionnaires français entretiennent le Collège de l'Assomption, qu'encourage fort heureusement l'Alliance française de Paris. Les élèves sont au nombre de 380. Il y a parmi eux des Laotiens dont on fait de bons interprètes. Le séminaire contient 94 élèves et a préparé 18 prêtres siamois. L'Institution des sœurs de Saint-Maur élève 160 filles, la plupart métisses d'Européens et de Siamois. La Mission française construit un hôpital pour les marins européens. Elle a établi des écoles de garçons et de filles dans l'intérieur et se prépare à construire un hôpital pour les indigènes.

Bangkok ne compte que quatre écoles pour 500.000 habitants. Dans l'intérieur, il n'y a, dans la vallée du Ménam, qu'une école par district. Sur un espace de 4.000 kilomètres, de Bangkok à Nan (où nous avons un Consulat), on ne trouve que 500 écoliers dans cinq écoles avec un instituteur indigène pour 2 millions d'habitants. Aussi les Siamois ne peuvent se procurer ni charrueurs pour l'arpentage, ni employés de leurs chemins de fer, qui soient de leur race.

§ 4. — Plaies de la population asiatique.

Le pays est rongé par des plaies endémiques, qui sont : le jeu effréné, l'opium, le brigandage et l'esclavage. Le Roi a tenté d'abolir les maisons de jeu. Il a si peu réussi qu'on en découvrait deux, il y a quelques mois, dans l'un de ses propres palais. Les lois édictaient que tout Chinois fumeur d'opium incorrigible aurait la tresse coupée. Rien n'y a fait.

Ces deux fléaux, l'opium et le jeu, en entraînent un troisième, le brigandage, qui a pris depuis un an d'inquiétantes proportions. La moitié de la population s'arme pour se défendre contre l'autre moitié, qui attaque, pille, vole, torture et assassine dans les villages, dans les champs et en pleine capitale, même dans les tramways et à la lumière de l'éclairage

électrique. Les brigands opérant en bandes, les policemen anglais et indigènes se déclarent impuissants et ne se montrent que trop tard. Ils n'ont, d'ailleurs, aucun concours sérieux à attendre des mandarins locaux. Ces brigands ont même osé attaquer quatre ou cinq missionnaires français. Le Directeur de l'Asile des aliénés a été poignardé récemment en pleine ville de Bangkok.

§ 5. — Esclavage.

L'esclavage achève de rendre malheureux ce peuple d'instinct docile. Les esclaves proviennent de deux origines et se divisent en deux catégories :

1^o les gens pris dans les expéditions guerrières : leurs enfants naissent esclaves ;

2^o Les débiteurs insolubles à la suite de commerce, jeu ou misère, vendus, eux et leur famille, à leurs créanciers, pour lesquels ils doivent travailler gratuitement.

Le Roi actuel, dès son avènement (1868), décida qu'après cette date aucun enfant ne naîtrait esclave et qu'on ne ferait plus d'esclaves ni par conquête ni pour dettes ; mais, dans l'intérieur du pays, cette libérale mesure reste lettre morte.

§ 6. — Justice.

La justice est vénale et arbitraire. Les indigènes

sont donc portés à se réclamer des tribunaux consulaires européens. Le Roi y a vu un échec à sa souveraineté et un danger national. Aussi a-t-il appelé des « Conseillers judiciaires » belges et un japonais, qui sont grossièrement payés pour assister les juges siamois.

L'article IV de la Convention annexe du traité de 1893 nous donnant droit de juridiction sur nos protégés laotiens, cambodgiens, annamites, chinois, khas, lus, etc., et même tures, arabes, indous, grecs, suisses, etc., on conçoit fort bien les motifs pour lesquels le Roi se refuse à l'application de cette clause et en demande l'abrogation, chose que nous ne saurions admettre. Si l'on constate que nos protégés fournissent les rangs de la marine siamoise, que les douanes de la frontière franco-siamoise dépendent de la même convention, reconnue par les Puissances, on comprendra tous les motifs du conflit actuel, au sujet duquel nous ne pouvons et ne devons rien céder.

Ce qu'il y a de plus curieux, c'est qu'en vertu du traité anglo-siamois de 1883 art. VIII, les juges



Fig. 7. — Pagode royale à Bangkok.

siamois appliquent à tout sujet britannique la loi *siamoise* au civil et au criminel, dans la province de Xiengmai et ses dépendances. — en présence, toutefois, du consul britannique. Soumis à cette juridiction, dite à tort internationale, les Anglais sont donc justiciables du Roi de Siam, comme ils sont les vaisseaux de l'Empereur de Chine pour la Haute-Birmanie, qui continue à lui envoyer son « tribut d'hommage ».

La justice dispose de nombreuses prisons. Bangkok possède une prison moderne; mais c'est une exception, et partout l'emprisonnement du prévenu, de l'inculpé, du condamné, entraîne les plus odieux traitements. Le Roi vient d'abolir la torture sur le papier; mais on continue à l'appliquer sur les reins du patient.

§ 7. — Population européenne.

La population européenne est à peu près confinée à Bangkok. Dans cette ville, elle se compose d'Anglais, Belges, Allemands, Danois et autres nationalités. En y comprenant nos missionnaires, nous n'y avons pas plus de 50 résidents, employés principalement aux mines, aux services maritimes et à la Banque. Nos compatriotes s'obstinent à rester chez eux à attendre le client et ne peuvent ainsi lutter contre les commerçants étrangers et leurs agents, qui agissent sur place, offrent leurs stocks de marchandises et non des échantillons pour commandes, et enfin accordent de longs crédits. Toutefois, il est inexact de dire que le commerce allemand est très important au Siam; il y est insignifiant, jusqu'à présent.

D'autre part, on a prétendu que, si nos intérêts politiques au Siam sont fort importants, nos intérêts économiques y sont à peu près nuls. C'est heureusement une erreur, et l'on va voir que nous avons des intérêts considérables, bien qu'indirects, dans ce pays qui aurait dû être exclusivement réservé à l'influence française depuis deux siècles.

Le trafic commercial et agricole se centralise à Bangkok. Les produits du Siam et du Laos y affluent par le Ménam et le Mé-Ping, d'une part, et par Nong-Kay, Bassac, Oubone et Korat, d'autre part. L'établissement récent du service français des Messageries fluviales de Saïgon à Luang-Prabang et celui, plus ancien, de Saïgon à Battambang ramèneront à la Cochinchine la plus grande partie des transactions.

III. — MINES ET EXPLOITATION MINIÈRE.

Le Siam est un pays minier. Les exploitations seraient plus nombreuses si le régime des mines était plus favorable. Le Roi a cru bien faire en confiant ce service à deux ingénieurs anglais. En exi-

geant 10 % du produit brut pour le Trésor, on arrête toute entreprise de ce genre. En outre, les princes et les fonctionnaires siamois sont avides, comme les princes malgaches, de participer à ces entreprises et mettent à ce prix leur influence et leur protection.

L'or est extrait des mines de Watana, de Kabin, qui sont dirigées par des ingénieurs français engagés par des sociétés françaises. Ces mines sont dans la région réservée à notre influence. Les exploitations aurifères anglaises sont dans la presque île malaise, zone d'influence britannique. Elles n'ont pas donné de résultats très appréciables, pas plus que le charbon, exploité dans la même région par un syndicat formé à Singapour.

L'étain, au contraire, a fourni en 1894 près de 4.000 tonnes valant 13 millions et quart.

Dans la province de Chantaboun, où nous sommes établis en force, on trouve des gisements de *saphirs* et *rubis* exploités par une société anglaise, le *Siam Exploring Company*, qui envoie les produits à Calcutta.

L'avenir de ces exploitations changera tout au tout, sous une administration plus régulière. Pendant son séjour à Paris, le Roi a promis de s'en occuper à son retour.

Dans le Laos français, à Attopen, les résultats des recherches aurifères, et, sur le Nam-in-Boun, près Houtén, l'extraction de l'étain, ont un aspect des plus favorables. L'ingénieur des mines, M. Bel, a constaté lui-même à Attopen, il y a peu de mois, non plus seulement l'or d'alluvions, mais des filons aurifères, du cuivre, etc.

IV. — EXPLOITATION DES PRODUITS VÉGÉTAUX.

Parmi les produits végétaux du Siam, il faut placer en première ligne le *bois de tek*, inattaquable aux tarets et indispensable aux constructions navales, et le *riz*, consommé comme aliment et employé à la fabrication de l'alcool.

§ 1. — Forêts de Tek.

Les forêts de *tek* sont situées dans le nord, dans la fourche du Ménam et du Mé-Ping, entre Xiengmat (Consulat anglais, M. Archer et M. Beckett) et Nan (Consulat français, M. Lugan).

Les baux ou contrats d'abatage sont donnés pour six ans. Le droit à payer au Trésor est de 4 roupies¹ par bille flottant sur le Ménam et 8 roupies sur la Salouen, payables d'avance. Le salaire des ouvriers khas est passé de 50 roupies (gages de 1^{re} année) et 60 roupies (gages de 2^e année) à 70 et 90 roupies, plus 5 roupies pour la taxe éta-

¹ La roupie vaut en moyenne 2 fr. 40.

blie cette année par l'agent français pour chaque homme. Le nombre des ouvriers khas est, d'après le correspondant du *Times*, de 25.000 et, d'après une source française, de 30.000. Le consul anglais les évalue seulement à 4.000 en 1897 et estime ce nombre très insuffisant.

La grande scierie créée par M. de Bonneville n'est plus française. Toutes les scieries sont des entreprises anglaises ou américaines, mais elles ne peuvent fonctionner qu'avec la main-d'œuvre des Laotiens, des Lus, des Khasmus, venant de l'État de Luang-Prabang et qui sont des protégés français.

Bien que cette industrie de l'exploitation forestière soit sous le contrôle d'inspecteurs forestiers anglais, elle dépend de la protection française¹.

Le gouvernement siamois, voulant annuler ce moyen d'influence française, ne réussit qu'à mettre en péril ces entreprises. Le Siam refusait de recon-



Fig. 8. — *Éléphants arrimant des bois de tek.*

naitre, comme protégé français, tout indigène venu sur la rive droite avant 1893. Les Compagnies anglaises résistèrent d'abord, par complicité, à l'immatriculation de nos sujets. Il en résulta que ceux-ci quittèrent les forêts pour revenir se faire enregistrer au poste français le plus voisin. Dès lors, les Compagnies anglaises comprirent le danger de leur situation et les garanties de l'immatriculation, et s'empressèrent de faciliter cette formalité.

Les travailleurs sont aidés par d'indispensables auxiliaires, qui sont les éléphants (fig. 8). Ces animaux non seulement traînent les billes à travers la forêt touffue et fiévreuse, mais ils les emportent sur les chantiers avec une adresse étonnante. Dressés, ils coûtent de 4 à 6.000 francs.

En 1894, on a exporté du Siam 37.000 tonnes

de tek et, en 1895, 62.000 tonnes valant 7 millions et destinées à Bombay, Singapour, Hong-Kong. Saïgon en a reçu 341 tonnes. En ce moment, une Commission française envoyée de l'Indo-Chine fait des achats sur place pour notre marine.

Nous avons lieu d'espérer que le Haut-Laos nous fournira du tek, de sorte que nous ne serions plus tributaires du Siam et de la Birmanie, où nos agents de la marine vont s'approvisionner et où les prix ont augmenté, en 1896, de 25 %.

§ 2. — Cultures.

Le grand marché siamois exportait, en 1893, du riz pour un total de 775.000 tonnes. En 1896, à cause de la peste bovine, des mauvaises saisons, du brigandage, le trafic est tombé à 475.000 tonnes, alors que Saïgon, pour deux millions d'habitants, en



Fig. 9. — *Plantations de poivre.*

exportait 560.000 tonnes valant 58 millions de francs. Le riz siamois s'exporte à Hong-Kong, Singapour et Rio-de-Janeiro. Il n'y a plus au Siam un seul moulin à décortiquer le riz qui soit anglais. Des syndicats indigènes et chinois accaparent, comme en Cochinchine, cette industrie. Il y a 30 usines aux environs de Bangkok, dont 15 appartiennent à des protégés français.

Une grande compagnie d'irrigation a achevé en mars dernier les canaux qui font du district de Rangsit, à une heure de Bangkok, une zone rizière d'une prodigieuse fertilité. L'administration siamoise a la prétention d'empêcher les protégés français d'acheter des champs dans ce district.

Quant au poivre siamois (fig. 9), son exportation est tombée de 889 tonnes à 850, et l'Indo-Chine n'en fournit que 200 tonnes.

Le *tabac* indigène est consommé par les habitants, surtout en cigarettes roulées dans des morceaux de feuilles de bananier desséchées. Sa qua-

¹ Les Siamois dévastaient leurs forêts et les Anglo-Birmans attendaient que les réserves fussent épuisées pour écouler, à grands profits, leur stock de Birmanie. On ne saurait appeler trop instamment l'attention du Protectorat français sur la nécessité de surveiller et de régler l'exploitation.

lité ne peut lutter contre le tabac de Sumatra, de Bornéo, à cause du sol et de sa constante humidité.

§ 3. — Alcool de Riz.

Les procédés indigènes et chinois pour la production de l'alcool de riz étant primitifs, et les alambics en terre glaise et bambou laissant un déchet considérable, des Français montèrent des distilleries modernes et perfectionnées. Les mandarins et les Chinois, les premiers à l'instigation des seconds, suscitèrent à nos nationaux tant de difficultés, qu'ils les forcèrent de se retirer et de tout abandonner. Les Chinois rachetèrent les alambics européens à vil prix et firent, par ce moyen, des affaires d'or.

V. — PÊCHERIES.

Les pêcheries ne rendent que 150.000 francs. Il est vrai que toute barque indigène sous la protec-

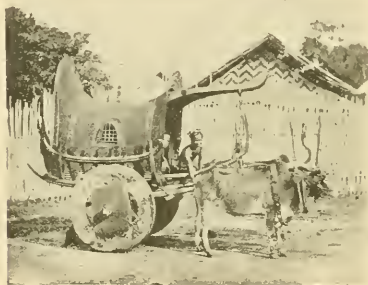


Fig. 10. — Chariot de voyage.

tion française est exempte de droit dans les grands lacs d'Angkor le Tonlé Sap, mer d'eau douce (fig. 2, où l'on fait, par suite de la baisse des eaux et du courant descendant, des pêches merveilleuses; 25.000 pêcheurs passent la saison sur les rives des lacs, prennent les poissons, sortes de bars, les salent, les dessèchent et extraient l'huile de la tête. On exporte pour 3 à 4 millions de francs de ces poissons secs.

Le sel employé vient de la Cochinchine. Le Siam se fournit aussi de sel et de saumure en Annam.

VI. — MOYENS DE COMMUNICATION ET TRAVAUX PUBLICS.

Le Siam est traversé par une multitude de fleuves et de canaux naturels (fig. 1 et 2). Ce sont les routes qui marchent, car, sur terre, il ne faut compter que sur la piste et le dos des éléphants ou sur les lents

et lourds chariots à bœufs (fig. 10). Sans bagages on voyage rapidement, mais durement, lors de la saison sèche, dans les petits chars attelés de bœufs coureurs à bosse (fig. 11).

Le service des ports n'a d'embryon d'organisation qu'à Bangkok, Paknam et Koh-si-Chang. Nous avons amélioré celui de Chantaboun.

Les chemins de fer consistent en une ligne très courte de Bangkok à Paknam et une ligne en construction de Bangkok à Korat (fig. 1). Elle est ouverte jusqu'à Ayuthia, à 70 kilomètres, et depuis le 1^{er} novembre 1897 jusqu'à Gengkoï, à 55 kilomètres plus loin. Elle devait être terminée en décembre 1896, mais ne le sera pas avant trois ans. La construction revient à 127.500 francs le mille anglais. Le matériel est anglais, sauf quelques traverses achetées en Belgique et du fer venant d'Allemagne. L'adjudicataire et presque tout le personnel sont anglais. Et pourtant, Korat est dans la zone réservée à notre influence par l'accord franco-anglais!



Fig. 11. — Chari de course à bœufs.

Les études d'une ligne de Moulmain à Bangkok par Rangun sont faites par les soins de la Compagnie anglo-birmane. La ligne projetée de Saïgon à Bangkok devait être française, ou siamoise, ou franco-siamoise. Il paraissait nécessaire qu'elle fût faite par l'industrie française avec une garantie du gouvernement siamois, et exploitée par des employés français. Il y a quelques semaines, la concession de la section Bangkok-Battambang a été donnée à la Compagnie anglaise Siam-Exploring, qui vient aussi d'obtenir la concession de la ligne de Bangkok à Xieng-Mai. Elle va commencer les travaux. Or, le chemin de fer de Battambang est en territoire réservé à la France et doit relier Bangkok à Saïgon. Il y a donc là un échec pour nos plus graves et multiples intérêts.

Le Gouvernement siamois a l'intention de donner aussi, dit-on, le Service des Eaux à cette puissante Compagnie.

Les télégraphes reliant Bangkok et Saïgon au réseau général ont été établis par des Français, par M. Payie. Une convention franco-siamoise en assurait l'exploitation par des agents français payés par le Siam. Ils ont été évincés par des Allemands, à prix réduits. De là, à Berlin, le toast du Roi de Siam, oublieux de ses précédentes obligations et de ses engagements. C'est une affaire à reprendre avec fermeté.

Nous avons été si bienveillants vis-à-vis du Siam, que la modique indemnité exigée, en 1893, pour les réparations dues aux familles de nos nationaux tués par les Siamois a été employée, en grande partie, à la fondation d'un hôpital international à Bangkok. Aux actes d'hostilité, la France répondait par un acte de bienfaisance internationale.

VII. — COMMERCE.

Le commerce du Siam a été, en 1896, de 29 millions, dont 9 millions d'augmentation.

§ 1. — Importations.

Le total des importations est de 10.500.000 francs, dont 80 % venant des ports anglais voisins (Singapour, Hong-Kong, Bombay).

Saïgon envoie au Siam des *tissus*, des *liquides*, des *produits d'alimentation*, des *vins*, des *eaux minérales*. Nous devrions y importer des *soies* et *soieries*, des *sacs d'emballage*, des *cotonnades*, du *sucre*, de la *parfumerie*, de la *quincaillerie* et de la *coutellerie*. Ces objets sont recherchés. Par suite, un *bazar ou store français* aurait de grandes chances de succès, surtout avec des articles façonnés au goût des indigènes et présentés par des vendeurs français. Les Allemands excellent à fabriquer à très bon marché des objets dans le style et pour l'usage des indigènes de chaque région, avec des sujets peints, des étiquettes et des inscriptions en langue du pays. Depuis des années, je conseille à nos compatriotes d'imiter cet excellent système. Les objets siamois et chinois manufacturés que j'ai vus sur place, venaient d'Allemagne et des États-Unis et plaisaient fort aux indigènes.

Le *pétrole* compte, dans l'importation, pour 375.000 francs et vient de Russie, Sumatra et San-Francisco.

Les recettes de la douane sont de 7.500.000 fr.

§ 2. — Régime du crédit.

Les transactions avec la France sont grandement facilitées par l'installation récente, à Bangkok, d'une agence de la Banque de l'Indo-Chine, dont le siège central est à Paris. Cette agence est en relation avec toutes les succursales de cette même banque en Indo-Chine. Elle a de nombreux clients parmi les Chinois. Les garanties nécessaires peuvent donc

être obtenues par nos négociants, qui peuvent s'informer du régime du crédit de la place et des places voisines.

§ 3. — Trafic maritime.

Le trafic maritime, en 1896, s'est chiffré par 475 navires entrés à Bangkok, dont 366 anglais jaugeant 305.000 tonnes. Nous avons, néanmoins, d'importants intérêts maritimes, car la *Compagnie des Messageries fluviales de Cochinchine* dessert deux fois par mois, et bientôt desservira hebdomadairement, Bangkok et Chantaboun.

En outre, la plus importante ligne, l'*Océan Steamship Company Holt*, dont les agents sont MM. Windsor and C^o, est sous la protection française, ainsi que les deux navires d'une *Compagnie chinoise de Singapore*. Deux autres maisons, sous protection française, introduisent des marchandises françaises. Des efforts sont faits au Ministère du Commerce en faveur de notre marine marchande aux colonies. Que nos navires en profitent!

VIII. — RÉFORMES À OPÉRER. ENTREPRISES À TENTER.

On voit que, dans ce pays peuplé, industrieux, riche, fertile, bien des éléments d'activité sont offerts à nos nationaux, dans le commerce, l'agriculture, les industries, les mines. Mais, pour pouvoir tenter ces entreprises, il faut d'abord que notre Département des Affaires étrangères obtienne du Gouvernement siamois les réformes indispensables à son propre fonctionnement normal. Son premier devoir est de *rétablir la sécurité* partout, de *faire cesser la brigandage* plutôt que de s'armer sur terre et sur eau contre des ennemis imaginaires, et d'ailleurs trop forts pour que le Siam puisse soutenir la lutte, si lutte il veut avoir.

Le récent achat de canonniers en Angleterre pour augmenter la flottille est de l'argent gaspillé, puisque la neutralité de la vallée du Ménam est garantie par deux puissances qui ont délimité leur sphère d'action, l'une à l'est, et l'autre à l'ouest de ce bassin réservé comme Etat tampon. C'est la piraterie intérieure qui est un danger pour les voisins du Siam et pour nos protégés.

Ceux-ci sont au nombre de un million et demi : Laotiens, Cambodgiens, Malais, Annamites 20.000, Chinois, etc. Ils sont traqués comme des bêtes fauves, enrôlés de force, maltraités ainsi que leurs familles, menacés et emprisonnés. De tels agissements doivent cesser et nos clients doivent pouvoir compter sur les engagements pris à leur égard par la France et sur des certificats qu'ils paient 30 francs dans nos Consulats et que les Siamois dérobent et déchirent.

Le Gouvernement de l'Indo-Chine doit *surveiller*

de près nos frontières ouvertes, encourager le développement des colonies annamites établies au Siam, assurer leur sécurité.

Enfin, nos commerçants doivent être traités au Siam avec la même faveur que les Anglais, et mieux que les autres étrangers. C'est à nos nationaux à fonder au Siam des comptoirs et des entreprises sérieuses. Si nous savons agir avec esprit de suite, nous serons les artisans de notre propre fortune

au Siam et en Indo-Chine. A l'aurore du siècle qui va s'ouvrir par un concours universel des nations, le Siam se propose de nous faire connaître toutes ses ressources. Cette exposition, espérons-le, fera comprendre à nos compatriotes que le moment approche où nous devons recueillir le fruit de nos persévérants efforts.

Ch. Lemire,

Ancien Résident de France
en Indo-Chine.

SUR QUELQUES APPLICATIONS PRATIQUES DE LA MÉTHODE DES POINTS COTÉS

Les lecteurs de la *Revue* se rappellent peut-être le système *nomographique* que nous avons exposé ici même il y a plusieurs années¹. Cette méthode spéciale de représentation graphique des équations a, depuis cette époque, été appliquée par des hommes techniques de spécialités diverses à la solution pratique de plusieurs problèmes importants. Ce sont ces applications que nous nous proposons de décrire dans cet article. Avant de les exposer, il semble utile de résumer en quelques mots le principe même de la méthode dont elles dérivent.

1

Si la position d'un point sur un plan dépend d'un paramètre arbitraire, ce point appartient à une certaine courbe sur laquelle il est, en quelque sorte, individualisé au moyen de la valeur numérique correspondante du paramètre, qui constitue sa *cote*. Les divers points de la courbe, munis de leurs cotes, forment un *système de points simplement cotés* ou *simplement isoplèthes*². La courbe sur laquelle ils sont situés en est dite le *support*.

Si la position d'un point dépend de deux paramètres arbitraires, ce point est donné par l'intersection de deux courbes correspondant chacune à l'un de ces paramètres. Si l'on fait varier ceux-ci, on obtient deux systèmes de courbes cotées consti-

tuant un réseau. Chaque sommet de ce réseau est individualisé par les cotes des deux courbes, prises chacune dans l'un des systèmes, qui s'y croisent. L'ensemble de ces sommets constitue dès lors un *système de points doublement cotés* ou *doublement isoplèthes*.

Imaginons, sur un plan, σ systèmes de points simplement cotés et δ systèmes de points doublement cotés. Supposons, en outre, qu'on prenne un point dans chacun de ces systèmes de façon qu'entre ces $\sigma + \delta$ points existe une certaine relation de position. Cette relation se traduira analytiquement par une équation liant les $\sigma + 2\delta$ cotes de ces points. On aura donc ainsi réalisé une représentation graphique de cette équation. L'ensemble des $\sigma + \delta$ systèmes de points cotés constitue, dans cette méthode, l'*abaque* de l'équation.

Le cas évidemment le plus simple est celui où $\sigma + \delta$ étant égal à 3, la relation de position entre les trois points consiste dans leur alignement sur une même droite. Suivant que σ est égal à 3, 2, 1 ou 0, on a la représentation d'équations à 3, 4, 5 ou 6 variables.

Une équation de ce genre étant donnée, la détermination des systèmes correspondants de points cotés exige une étude qui fait tout l'intérêt de la question au point de vue mathématique. Cette étude, réduite d'ailleurs à ses éléments, se trouve dans les chapitres IV et VI de notre *Nomographie*³ où nous avons fait voir le parti que l'on pouvait tirer à ce point de vue des coordonnées tangentielles spéciales dites *coordonnées parallèles*².

¹ Voir, sur la *Nomographie*, un article de l'auteur dans la livraison du 30 septembre 1891 de la *Revue générale des Sciences*.

² Ce terme d'*isoplèthe* a été adopté à la suite de Léon Lalanne, qui l'avait lui-même emprunté à l'auteur allemand Vogler. Il sert à désigner les *courbes d'égal élément* ($\omega\sigma\sigma$; égal: $\lambda\eta\phi\sigma$; quantité). Ayant été amené au principe de notre méthode par une transformation dualistique de la méthode de Lalanne, nous avions cru devoir transporter cette épithète aux points cotés que cette transformation a substitués aux *droites isoplèthes* de Lalanne. Mais il nous a semblé préférable, depuis lors, d'en revenir tout uniment au terme de *points cotés*, évidemment plus expressif.

³ M. D'OCAGNE : *Coordonnées parallèles et axiales*, Paris, Gauthier-Villars, 1885. — Le Mémoire dont il est question dans le renvoi précédent a été reproduit dans cette brochure.

² M. D'OCAGNE : *Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques*, Paris, Gauthier-Villars, 1891. — Le principe de la méthode des points cotés avait été indiqué pour la première fois dans notre Mémoire : *Procédé nouveau*

II

Qu'il nous soit permis de rappeler que la brochure consacrée à l'exposé élémentaire de la *Nomographie* renfermait quelques exemples d'application empruntés de préférence à l'Art de l'Ingénieur. Nous avons eu occasion d'y joindre plusieurs autres dans des publications ultérieures.

Astronomie. — Parmi celles-ci, les unes se rapportent à l'Astronomie. Il était curieux notamment de faire voir que tous les problèmes, en si grand nombre, se ramenant à des résolutions de triangles sphériques, dans un cas d'ailleurs *quelconque*, pouvaient être résolus au moyen d'un abaque *unique* constitué par deux systèmes de points simplement cotés et un système de points doublement cotés¹. Pour donner le degré d'approximation exigé par l'Astronomie de précision, cet abaque devrait être construit sous des dimensions qui rendraient son emploi peu pratique : mais, sous des dimensions usuelles, il donne déjà une première approximation qui peut être utile dans certains cas.

De même l'abaque de l'équation de Képler² (dont la construction se trouve grandement simplifiée par le moyen d'une transformation homographique appliquée pour les valeurs de l'anomalie moyenne supérieures à π), fournit, sous des dimensions relativement petites, une valeur approchée de l'anomalie excentrique, qui supprime tout tâtonnement dans l'application des méthodes d'approximation employées par les astronomes.

Une autre application du principe d'homographie, combiné avec l'emploi des coordonnées parallèles, se rencontre dans l'abaque de l'équation des marées diurnes et semi-diurnes³, qui fait connaître pour un point quelconque du globe la hauteur due à ces marées à une époque quelconque.

Calcul des profils de remblai et de déblai. — Mais une application d'une plus grande portée pratique est celle qui concerne le calcul des profils de remblai et de déblai. Après avoir, dans une première Note⁴, fait voir comment la méthode des points cotés s'y appliquait, nous avons, dans un Mémoire développé⁵, repris la question *ab ovo*. La solution nomographique qui en est donnée là est

la plus générale. Par des particularisations diverses, cette solution générale conduit à tous les procédés si nombreux qui ont été proposés en vue de ce problème. Cette étude comparative fait ressortir d'une manière évidente la plus grande simplicité, en même temps que la plus grande précision, de la solution fondée sur l'emploi des points cotés.

Formule du poids des cordes filées. — Indépendamment des applications précédentes, qui ont été publiées, nous avons eu occasion de faire construire un grand nombre d'abaques en vue soit de nos besoins propres, soit de ceux de divers ingénieurs ou chefs d'industrie qui avaient bien voulu s'adresser à nous. Nous tenons à dire quel précieux concours nous avons rencontré, pour l'accomplissement de cette tâche, en M. le conducteur des ponts et chaussées Prévot, chef de bureau au service du Nivellement général de la France, qui a bien voulu y consacrer une partie des rares loisirs que lui laisse un service particulièrement chargé. Parmi les abaques ainsi construits par M. Prévot, je citerai celui de la formule du poids des cordes filées, formule établie par M. Gustave Lyon, chef de la maison Pleyel, Wolff et Cie, en vue de ses curieux travaux sur la construction des harpes chromatiques. L'établissement de cet abaque, représentant quelques heures de travail, a économisé à M. Lyon, de son aveu même⁶, environ les onze douzièmes du temps consacré aux calculs numériques requis par les innombrables tâtonnements expérimentaux auxquels il a dû se livrer.

III

Nous citerons maintenant quelques applications de la méthode des points cotés, publiées⁷ par divers auteurs, et relatives à des objets essentiellement pratiques.

Art du constructeur. — M. J. Mandl, lieutenant du génie autrichien, a donné un abaque permettant de déterminer à vue la section d'une poutre en fer ou en bois supportant sur une longueur donnée une charge uniformément répartie également donnée⁸. La fonction ainsi représentée est le moment

de calcul graphique, paru dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, novembre 1884.

¹ Abaque général de la Trigonométrie sphérique, dans le *Bulletin Astronomique* de 1894, p. 5.

² *Bull. de la Soc. math. de France*, t. XXII, p. 197.

³ *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 298, 10 février 1896.

⁴ *Annales des Ponts et Chaussées*, mars 1894, p. 467.

⁵ *Ibid.*, mars 1896, p. 406. Ce Mémoire a été, en outre, tiré sous forme de brochure à part (Paris, Dunod et Vica, 1896). Je profite de l'occasion qui m'est ici offerte pour signaler une omission sur la planche qui accompagne ce Mémoire. Les cotes de l'échelle des surfaces de remblai,

placées au-dessous de zéro, et celles de l'échelle des surfaces de déblai placées au-dessus de zéro, doivent être précédées du signe —. Cela est, d'ailleurs, explicitement indiqué dans le texte même du Mémoire (p. 75, 10^e ligne en remontant, et p. 77, 9^e ligne).

⁶ Conférence faite le 24 février 1897, devant le Groupe parisien des Polytechniciens.

⁷ Nous possédons dans nos cartons nombre d'autres applications du même genre. Nous ne signalons ici que celles qui ont été publiées, auxquelles, par conséquent, le lecteur que le sujet intéresse pourra se reporter.

⁸ *Mittheilungen über Gegenstände des Artill. u. Genie Wesens*, Vienne, 1893.

de flexion maximum de la poutre; mais, au lieu de coter les points correspondants au moyen des valeurs de ce moment, l'auteur les a cotés au moyen du numéro d'échantillon des fers du commerce de son pays, offrant un tel moment de flexion, de sorte que la lecture indique *directement* le type de fer à employer. Chaque fabricant de fers de construction pourrait joindre un tel abaque à son album d'échantillons.

En donnant dans notre *Nomographie* la méthode de résolution de l'équation trinôme cubique au moyen des points cotés, nous en avons indiqué une application au calcul des grands murs de réservoir.

Les calculs de résistance offrent d'autres exemples de résolution d'équations de ce genre. C'est ainsi que M. J. Pillet, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, s'est, dans son traité de *Stabilité des constructions* p. 194, servi de notre méthode pour l'exacte répartition des tôles de semelles dans les grandes pontes de ponts.

La même méthode a permis à M. D. Gorrieri, professeur à l'École d'Application des Ingénieurs de Bologne, de réduire à douze abaques le calcul des sections résistantes dans les travées associées pour tous les types usuels de poutres en bois ou en fer¹.

Hydraulique. — M. le Commandant du Génie L. Bertrand a fait une remarquable application de la méthode des points cotés aux problèmes relatifs à la distribution des eaux². Son abaque comporte neuf échelles rectilignes parallèles (débit, résistance, perte de charge, diamètre, puissance, variations du prix, pente, vitesse, longueur) qui, convenablement associées trois à trois, donnent immédiatement la solution de tous les problèmes que soulève l'installation d'une distribution d'eau, côté économique compris. Le mode d'association des échelles ici employé résulte d'ailleurs d'une curieuse remarque en vertu de laquelle, dans le cas où les supports des systèmes de points cotés sont des droites parallèles, le principe de la méthode se confond avec celui de la composition des vecteurs parallèles.

M. G. Dariès, conducteur du service des Eaux de la ville de Paris, a, de son côté, traduit en abaque à points cotés la formule de M. Maurice Lévy³, relative à l'écoulement de l'eau dans une conduite, transformée par M. Henri Vallot.

Chemins de fer. — M. Beghin a construit un abaque faisant connaître, pour une locomotive de

type donné, la vitesse que cette locomotive remorquant un train de poids connu peut atteindre sur les diverses rampes de la ligne parcourue. Cet abaque offre la particularité remarquable que l'équation qu'il représente, bien que de forme déterminée, renferme une fonction dont la nature analytique n'est pas connue.

Il en résulte que, sur cet abaque, l'échelle de la vitesse a dû être construite expérimentalement, d'après la simple remarque que voici : si, en cours d'essais, la vitesse v a été obtenue avec le poids remorqué p sur la rampe r , et avec le poids remorqué p' sur la rampe r' , la droite joignant les points (p) et (r) et la droite joignant les points (p') et (r') (ceux-là obtenus mathématiquement) se coupent au point coté (v) . C'est ainsi que M. Beghin a pu construire cette échelle (v) .

Machines à vapeur. — Dans le cas précédent, l'existence du système de points cotés (v) avait été établie *a priori*. L'expérience n'a servi qu'à en déterminer les éléments graphiques. Voici maintenant une application dans laquelle l'expérience, unie à la nomographie, a, non seulement déterminé la disposition de l'abaque, mais encore révélé la forme même, non connue *a priori*, de l'équation représentée, ce qui revient à la découverte d'une loi physique. Aussi cette application, due à M. Rateau, ingénieur des Mines, doit-elle être considérée comme particulièrement suggestive.

Il s'agit du calcul de la consommation de vapeur K en kilogrammes par cheval-heure d'une machine fonctionnant entre des pressions connues P et p . La formule qui donne cette consommation utilise les températures extrêmes; on passe de celles-ci aux pressions correspondantes au moyen des tables de Regnault.

M. Rateau ayant en l'idée de construire expérimentalement les isoplèthes (K) , en prenant comme isoplèthes (P) et (p) , $y = \log P$ et $x = \log p$, a été tout surpris d'obtenir, au degré de précision que comportaient ses déterminations, rigoureusement des droites. Dès lors, il appliqua la transformation dualistique indiquée dans notre *Nomographie* p. 54 et qui consiste à changer les coordonnées ponctuelles cartésiennes en coordonnées tangentielles parallèles. Les droites (K) du premier abaque se réduisirent ainsi à des points et, nouveau fait non moins remarquable que le précédent, ces points vinrent encore se disposer sur une droite. Il n'y avait plus

¹ *Atti del Collegio degli Ingegneri ed Architetti*, Bologne, 1896.

² *Revue du Génie militaire*, livraison de novembre-décembre 1891, p. 475. Le tirage à part de ce Mémoire a été mis en vente à la librairie Berger-Levrault.

³ *Nouvelles Annales de la Construction*, août 1897.

⁴ *Annales des Mines*, février 1897. M. Rateau avait précédemment indiqué une ingénieuse mise en œuvre mécanique du principe des points cotés pour faire effectuer automatiquement, au moyen des variations d'un phénomène physique dont les données seraient enregistrées, le résultat même des calculs à effectuer sur ces données (Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, Pau, 1892).

dès lors qu'à analyser la nature de la fonction représentée par la graduation de cette droite en élevant à partir de chaque point une ordonnée proportionnelle à sa cote, ce qui fit très nettement apparaître une hyperbole équilatère. La simple traduction par une équation de ces faits géométriques mit dès lors en évidence la loi analytique suivant laquelle K dépend de P et p , loi qui a reçu de l'expérience une éclatante confirmation.

Il est inutile, pensons-nous, d'insister longuement sur l'élégance d'un tel mode d'investigation.

IV

Artillerie. — Nous devons à M. le Capitaine Lafay, alors encore lieutenant, une application très importante et très habile de la méthode des points cotés au tir des pièces de siège¹, réglé, comme on sait, suivant des lois mathématiques.

Ce savant officier s'est proposé de réduire à des abaques à points cotés, pouvant être juxtaposés sur une simple feuille de papier de format ordinaire, tous les problèmes que soulève le tir en question (calcul de la charge pratique, de la fourchette, de la dérive, de la hausse, de la durée du trajet. Lorsqu'il s'agit du tir fusant, etc.). Pour y parvenir, il a dû se livrer d'abord à une étude d'approximation qui ne laissait pas d'être délicate. S'il s'agit, par exemple, de déterminer la charge pratique ou, ce qui revient au même, la vitesse initiale v en fonction de la portée P et de l'angle tabulaire Φ , l'auteur commence par construire des isoplèthes (v) en portant en abscisse sin 2Φ et en ordonnée une certaine fonction de P . Il obtient ainsi certaines courbes, mais ces courbes, dans les limites où la pratique les utilise, peuvent être remplacées par des droites qui s'en écartent de quantités inférieures à la tolérance permise. Dès lors l'auteur s'empare de ces droites pour leur appliquer la transformation en points cotés, et voilà l'abaque obtenu.

La réunion de tous les abaques nécessaires pour le tir de siège tient dans un cadre d'environ 25 sur 40 centimètres. Ce simple tableau synthétise à lui seul tous les résultats des études théoriques et expérimentales qui ont été poursuivies dans cette voie et fournit par une lecture directe toutes les données utilisables pour le tir pratique, que le calcul devrait en faire sortir.

L'exemple donné par le Capitaine Lafay était de nature à provoquer des recherches analogues de la part d'autres officiers d'artillerie. C'est ainsi que le Colonel Langensheld, de l'artillerie russe, a effectué le même travail pour le tir des mortiers de côte.

M. le lieutenant de vaisseau Strohl a bien voulu mettre en manuscrit sous nos yeux une intéres-

sante application de la méthode des points cotés au tir en mer.

Navigation. — La navigation offre un vaste champ d'application à la méthode des points cotés. M. G. Pesci, professeur à l'Académie Navale de Livourne, s'est très heureusement engagé dans cette voie.

On sait que les marins appellent *course de recherche* celle que doit suivre un navire qui veut en rejoindre un autre, quelle que soit la route parcourue par celui-ci. Cette course est une spirale logarithmique complètement déterminée lorsqu'on connaît le rapport k des vitesses des deux navires et leur distance initiale d . M. Pesci a réduit la construction de cette course², pour toutes les valeurs de k et de d , à un abaque comprenant deux systèmes de points simplement cotés pour d et pour l'angle polaire ω compté à partir de la droite unissant les positions initiales des deux navires, et un système de points doublement cotés au moyen de k et du rayon vecteur Φ pris à partir de la position initiale du navire poursuivi.

Le changement de relèvement des navires d'une division navale, c'est-à-dire de l'angle que la droite qui les joint fait avec la direction de leur route, comporte l'emploi de trois formules que M. Pesci a réduites à deux abaques juxtaposés³, formé l'un de trois systèmes simples, l'autre de deux systèmes simples et d'un système double de points cotés.

La détermination des distances en mer, en tenant compte de la hauteur des points au-dessus du niveau de la mer et de la réfraction, fait l'objet d'un troisième abaque composé de deux systèmes simples (altitude du point d'observation; différence d'altitudes des deux points) et d'un système double (hauteur apparente du point observé; distance de points cotés).

Assurances. — M. Quiquet, actuaire de la Compagnie d'assurances *la Nationale*, a donné dans le *Bulletin de l'Institut des Actuaires* (août 1897), un abaque à trois systèmes simples de points cotés permettant d'effectuer à vue la réduction des assurances mixtes aux assurances en cas de décès.

Le résumé qui précède atteste que nous ne nous faisons pas illusion en affirmant notre confiance dans l'avenir qui était réservé à la méthode des points cotés ou isoplèthes au point de vue des applications d'ordre technique. Nous avons le ferme espoir que les promesses de cet heureux début se trouveront par la suite amplement confirmées.

Maurice d'Ocagne,

Professeur à l'École des Ponts et Chaussées,
Répétiteur à l'École Polytechnique.

¹ *Revue d'Artillerie*, octobre 1895.

² *Rivista marittima*, décembre 1896.

³ *Rivista marittima*, mars 1897.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Burali-Forti (C.), *Professeur à l'Académie militaire de Turin. — Introduction à la Géométrie différentielle suivant la méthode de H. Grassmann. — 1 vol. in-8° de 165 pages. Prix : 4 fr. 50. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.*

L'étude, par les méthodes ordinaires de la Géométrie analytique, des propriétés d'une figure considérée en elle-même, entraîne comme auxiliaire l'introduction d'un système de coordonnées dont ne dépendent nullement les propriétés en question; la Mécanique et la Physique emploient de même cet auxiliaire pour étudier les propriétés des forces et leurs effets; d'où l'idée toute naturelle de supprimer un tel intermédiaire et d'opérer directement sur les éléments à considérer. Leibnitz signale cette idée, et la première moitié de ce siècle l'a vue se développer et donner lieu à des méthodes nouvelles et puissantes, parmi lesquelles le *Calcul barycentrique* de Möbius, la *Théorie des Equipolentes* de Bellavitis et celle des *Quaternions* d'Hamilton, sont les plus connues en France. Aujourd'hui, enfin, les éléments du calcul des vecteurs ou segments dirigés, qu'on retrouve à la base de toutes ces méthodes, sont partout enseignés, et on les applique constamment en Mécanique et en Physique.

M. le Professeur Burali-Forti s'est proposé d'exposer l'une de ces méthodes, celle de Grassmann (1844), dont Hamilton s'est inspiré dans ses *Quaternions*. Elle est encore peu connue, sans doute à cause de l'explication laborieuse qu'en donna l'auteur; le livre que nous signalons ici contribuera certainement à la répandre. Employant, d'après le professeur Peano, une interprétation géométrique concrète des opérations abstraites du calcul de Grassmann, l'auteur arrive à présenter très simplement les éléments essentiels de la méthode. L'ouvrage est divisé en trois parties: dans la première sont exposées les règles fondamentales du calcul, relatives aux sommes et produits d'éléments géométriques: points, droites et plans; la seconde s'étend à ces éléments la notion différentielle; et enfin la troisième, consacrée à des applications géométriques aux lignes et aux surfaces, conduit d'une manière simple à des résultats dont la démonstration ordinaire est parfois laborieuse, ce qui montre bien la valeur de la méthode.

Cet excellent livre, d'une lecture attrayante et facile, est, croyons-nous, l'un des meilleurs guides que l'on puisse choisir pour l'étude des principes du calcul géométrique.

M. LELIEVRE,

Professeur au Lycée.

Chargé de Conférences à l'Université de Caen.

Kirchhoff (Gustave). — *Vorlesungen über mathematische Physik. Erster Band : Mechanik. (4^e édition publiée par M. W. Wien, Professeur à l'École technique supérieure d'Aix-la-Chapelle. — 1 vol. in-8° de 464 pages. (Prix : 16 fr. 25.) B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1898.*

Les *Leçons sur la Physique mathématique* de Kirchhoff sont trop célèbres, elles ont exercé sur toute une génération de physiciens, particulièrement en Allemagne, une trop grande influence pour qu'il soit nécessaire d'indiquer ici autre chose que le contenu des volumes au fur et à mesure de leur apparition. Ce premier tome réimprimé sans grands changements depuis 1876, et dans lequel M. Wien a respecté avec soin la pensée et le texte du maître, se bornant à rectifier quelques erreurs échappées à ce physicien, pourtant particulièrement impeccable, contient, en trente leçons, l'étude des principes de la Mécanique et de leurs premières applications au

mouvement des fluides, aux déformations des corps élastiques, et par conséquent aux vibrations et aux problèmes de l'Acoustique.

L'esprit très précis de Kirchhoff se reflète dans chacune de ces leçons. Mais, bien qu'il fût amoureux de la forme mathématique, et qu'il y enveloppe généralement sa pensée, il se garde de l'y ensevelir. La préoccupation de l'en dégager apparaît dès la première page, dans cette définition qu'il donne de la Mécanique : « La science du mouvement; son but est de décrire complètement et de la manière la plus simple tous les mouvements qui se produisent dans la Nature. »

La condition de simplicité est alors exposée, toujours avec cet aveu que la simplicité actuelle n'est peut-être pas définitive. La leçon entière est consacrée à des exemples de simplicité avançant progressivement à mesure que les lois se généralisent, les lois de Kepler semblant rendre idéalement limpide le chaos d'où elles émergent, puis ces lois se fondant dans celle de Newton, que l'on n'a plus réduite depuis deux siècles.

Le même esprit règne d'un bout à l'autre de l'ouvrage, que l'on voudrait relire quand on l'a lu, tant on a eu, à chaque page, le sentiment de sécurité que sait inspirer un guide comme le fut Kirchhoff.

CH.-ED. GUILLAUME,

Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

2° Sciences physiques

Chomienne (Cl.). *Ingénieur des Etablissements Arbel, à Rive-de-Gier. — Fabrication de l'Acier et procédés de forgeage de diverses pièces — 1 vol. in-8° de 228 pages avec 33 planches. (Prix : 10 fr.) E. Bernard et C^o, éditeurs. Paris, 1898.*

Ce n'est pas un cours de fabrication de l'acier qu'a voulu faire l'auteur, ainsi qu'il le dit lui-même dans sa préface. Avec les progrès ininterrompus de la science métallurgique, le développement des questions qui s'y rapportent nécessite de véritables volumes. Le but de M. Chomienne est plus modeste, mais non moins intéressant : il veut rappeler, en un certain nombre de chapitres, ce qu'est l'acier fondu, dont l'emploi se généralise de plus en plus au détriment du fer et de l'acier puddlé; quels sont les principaux engins employés à sa transformation; enfin, quelle est la marche suivie pour fabriquer certaines pièces spéciales destinées à l'artillerie et aux chemins de fer. On sent que l'auteur a un faible pour les travaux de forge, car, à part les bandages, il laisse un peu trop dans l'ombre les produits laminés, par exemple les tôles, les poutrelles, les rails, etc., ainsi que ceux qui, comme les blindages, excipent à la fois souvent du forgeage et du laminage. Il décrit néanmoins certaines installations de laminoirs, celles des aciéries de Blochairn, de Newburn, de Saint-Étienne et de Barrow in Furness, mais sans s'arrêter d'une façon bien déterminée sur les aciers obtenus avec ces outillages perfectionnés.

Le chapitre I^{er} distingue, au point de vue de la fabrication, l'acier fondu au creuset, l'acier Bessemer et l'acier Martin Siemens; il rappelle l'influence des différents corps rentrant dans la composition du métal sur ses propriétés mécaniques. Il passe en revue les principaux défauts rencontrés dans les lingots, ainsi que les moyens de les éviter et surtout d'en éviter à peu près les inconvénients; ce qui conduit tout naturellement à la description du procédé Withworth pour la compression de l'acier à l'état liquide et du système Sébénus pour l'application de la force centrifuge au métal qui vient d'être coulé.

Dans le second chapitre on trouve des renseignements successifs : sur le matériel employé pour couler et recueillir l'acier liquide; sur les classifications d'acier, d'après l'ouvrage bien connu de M. Deshayes¹ et le tableau adopté par les aciéries de Firminy; sur la température à laquelle l'acier doit être travaillé; sur les fours employés pour le réchauffage des lingots; sur les laminés, les appareils de levage, de vitage et d'amarrage des lingots. M. Chomienne aurait pu parler ici d'une façon générale des procédés de trempe et de recuit faisant presque toujours partie du travail de l'acier; il a préféré les décrire à l'occasion de la fabrication de certains produits spéciaux.

L'auteur ayant publié en 1888 un ouvrage très détaillé sur les marteaux-pilons² a consacré le troisième chapitre tout entier à l'étude des presses à forger, pour lesquelles il adopte la classification de M. Dufour³. Les systèmes Tannett-Walker, Fritz Baare, Davy, Withworth, Daelen, Allen, Breuer et Schumacher sont comparés entre eux au point de vue de la consommation de vapeur, de la vitesse des différents mouvements, de la solidité et de la simplicité des appareils. Un tableau des principales installations dans le monde, joint à une dizaine de dessins de presses, vient compléter ce chapitre important qui, en raison de son caractère d'unité et de spécialité, sera avec fruit consulté par le lecteur.

Le chapitre IV est la réunion des procédés suivis habituellement dans les forges pour fabriquer les canons, les frettes, les obus, les bandages et les essieux. L'auteur en décrit très minutieusement les différentes phases qui résultent, pour la plupart, de l'application forcée des cahiers des charges. La question du liquide trempant et du remplacement de l'huile par de l'eau portée à une certaine température est traitée d'après les données du commandant Couhard⁴. Quant à l'approcédé de la double trempe que la Marine préconise tant actuellement, M. Chomienne en dit quelques mots au sujet des canons. A propos des bandages, il parle avec raison du procédé américain Munton, qui évite tout martelage préliminaire, et sur lequel M. Pierre Arbel a rapporté de sa mission en Amérique des documents fort curieux.

L'auteur a le mérite d'avoir condensé le premier, en quelques tableaux synoptiques, les différents essais exigés par les Compagnies de chemins de fer pour la réception de leurs bandages et essieux. On peut se rendre compte à leur examen combien gagneraient à être confondues toutes ces conditions, parfois très distinctes malgré l'unification d'emploi. Il est regrettable que M. Chomienne ait limité son travail aux essais des essieux de wagons; des tableaux identiques, établis pour les essieux droits et coudés de machines, faciliteraient beaucoup les efforts de mémoire des fournisseurs des Compagnies. — Le forgeage sur mandrin est ensuite expliqué tout au long, ainsi que la fabrication des obus shrapnells en partant de blooms étrusés et celle des obus à grande capacité obtenus soit par emboutissages successifs d'un disque (procédé Brunon), soit par étirage sur mandrin d'une ébauche préparée au pilon (procédé de Saint-Etienne).

Enfin, le dernier chapitre contient la description d'un certain nombre d'ateliers de forges aux usines de Bethlehem (Etats-Unis), de Saint-Chamond, de Bochum et chez MM. Marrel, Claudinon, Wickers, William Gray.

Tels sont les différents sujets que traite M. Chomienne dans son livre sur la fabrication de l'acier. Sans être hérissé de chiffres, cet ouvrage renferme des données pratiques; il se complète par une série de nom-

breuses planches fort bien faites, dont la plupart représentent avec détails les appareils décrits et qui forment une collection très utile à consulter au moment des projets. Comme tel, il se recommande à l'attention du métallurgiste, aussi bien de l'ingénieur que du contre-maitre de forge, dont on ne saurait trop coordonner les idées, toujours fort nombreuses, mais très souvent diffuses.

EMILE DEMENGE,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

3^e Sciences naturelles

Geikie (Sir Archibald), *Membre de la Société Royale de Londres, Directeur général du Service géologique d'Angleterre et d'Irlande. — The Founders of Geology. — 1 vol. in-12 de 300 pages. (Prix relié : 7 fr. 50.) Macmillan et Co, éditeurs. Londres, 1898.*

Sir Archibald Geikie, l'éminent directeur du Service géologique de la Grande-Bretagne, est un homme infatigable. Après avoir publié, il y a quelques mois à peine, une œuvre considérable de plus de 900 pages, qui a été analysée récemment ici¹, il vient aujourd'hui de faire paraître un livre nouveau : *Les Fondateurs de la Géologie*, livre qui intéresse tous les géologues et, particulièrement, les Français. Cet ouvrage, qui dénote la grande érudition bien connue de l'auteur, est cependant d'une lecture très facile et particulièrement agréable, car c'est la vie des hommes qui ont fondé la science géologique qui est mêlée à cette science même. On passe ainsi en revue toutes les grandes découvertes faites depuis près d'un siècle et demi et l'on apprend à connaître les hommes qui y ont participé.

Le livre de M. Geikie a été imprimé par la maison Macmillan, sur du papier de luxe et avec un soin tout particulier. Il est divisé en six chapitres qui représentent six conférences faites par M. Geikie à Baltimore, où il avait été appelé par ses confrères d'Amérique.

L'auteur, après avoir fait remarquer qu'une science n'est bien compréhensible que si on étudie son histoire et que l'on connaît les diverses étapes par lesquelles elle a passé, montre que cette méthode historique est surtout utile et nécessaire en Géologie.

« L'histoire de cette Terre, depuis qu'elle est devenue un globe habitable, l'évolution de ses continents, la formation et la dégradation de ses montagnes, les merveilleux cortège de plantes et d'animaux qui, depuis le commencement des temps géologiques, a passé sur sa surface, et les milliers d'autres problèmes que soulève cette science ont attiré et enthousiasmé, à juste titre, un grand nombre de travailleurs et d'écrivains. C'est, surtout, dans les cent dernières années, que la Géologie a fait les gigantesques progrès qui ont permis d'avoir un ensemble de connaissances bien précises sur l'évolution de notre planète.

M. Geikie a entrepris de raconter cette histoire depuis le milieu du siècle dernier jusqu'à nos jours. On est heureux de constater avec quelle indépendance et quelle justice sont jugées, par un étranger, les idées de l'Ecole française et combien l'auteur a tenu à mettre en lumière certaines grandes figures bien oubliées chez nous.

Nous ne pouvons, dans le cadre restreint qui nous est attribué, résumer le livre, nous en donnerons seulement quelques aperçus.

Leibnitz, après *Descartes*, formule des idées assez nettes sur l'origine de notre planète et la formation de la croûte terrestre sur laquelle nous marchons.

Après ces cosmogonistes, *Buffon*, en 1750, écrit que la présence des fossiles dans les roches indique que la Terre n'a pas toujours été faite comme elle l'est aujourd'hui; certaines parties de sa surface ont dû se trouver longtemps sous l'eau. L'illustre naturaliste, après avoir exprimé cette grande vérité, ne peut expliquer les

¹ Cf. ssement et emplois des aciers, par Deshayes. — Dunod, 1878.

² Etude générale sur les marteaux pilons, par Chomienne. — Chaix, 1888.

³ Etude sur les presses à forger par Ch. Dufour *Bulletin de la Société minière de l'industrie*, t. IV, 4^e livraison.

⁴ Leçons sur la fabrication des bouches à feu, par le capitaine Couhard août 1885.

¹ *The ancient volcanoes of Great Britain. Revue du 30 novembre 1897).*

causes générales qui ont amené la mer à la place qu'elle occupe aujourd'hui.

Parmi les contemporains de Buffon vivait un homme, *Jean-Etienne Guettard*, fortement épris de l'étude de la Nature. M. Geikie rend un juste hommage à ce Français, en ressuscitant en partie sa mémoire trop oubliée, il faut bien le dire. Guettard avait publié plus de deux cents travaux et six gros volumes in-4° sur des sujets scientifiques très variés. C'est lui qui, le premier, lit des cartes géologiques. Il remarqua, à cet effet, que certaines roches n'existent pas en certains points, mais qu'elles affluent en d'autres, et que ces substances sont distribuées suivant certaines lois et disposées plus régulièrement qu'on l'avait supposé. Il avait eu l'intuition des idées, si fécondes, que développeront plus tard Lehmann, de Buch, puis William Smith, sur la disposition et la succession des assises sédimentaires. C'est ainsi qu'il écrivait qu'au centre et au nord de la France les affleurements de roches et de minéraux étaient disposés concentriquement autour de Paris.

Les géographes peuvent le revendiquer également comme un des leurs, quoiqu'ils se soient inspirés bien tardivement de ses idées, et méditer le remarquable jugement que portait sur lui la Société Royale de Londres, au sujet de ses cartes géologiques : « Une nouvelle application de la géographie a été inaugurée par l'auteur qui, négligeant les limites politiques tracées si arbitrairement sur les cartes, a cherché à grouper les différentes régions de la Terre, en se basant sur la nature des substances minérales qui les constituent. Le travail de M. Guettard ouvre un nouveau champ aux géographes et aux naturalistes et forme un lien entre deux sciences regardées jusqu'à présent comme entièrement indépendantes l'une de l'autre. » N'est-ce pas là un premier aperçu de géographie physique, dont on n'a pas tenu compte pendant près d'un siècle ?

Guettard n'est pas seulement botaniste, géologue et géographe, il est paléontologiste et décrit un certain nombre de fossiles. Il parcourt l'Europe en tous sens, et c'est en revenant d'Italie que, passant par Volvie, près Clermont, il s'écrie : « *Volvie, volvie vicus!* » Quelques mois plus tard, il annonçait à l'Académie que plusieurs montagnes du centre de la France avaient été autrefois des volcans. C'est pour cette découverte qui, à nos yeux, n'est pas la plus considérable de celles qu'il a faites, que Guettard est surtout connu.

Mais le savant ne se contente pas d'observer; il essaie d'expliquer la cause du volcanisme. Il pense qu'il existe une connexion entre la combustion des substances carbonées à l'intérieur de la Terre et les éruptions volcaniques, et il cite, comme preuves, le Puy de Crouel et le Puy de la Poix, près de Clermont, où des substances bitumineuses, en relation avec les anciens volcans, sortent encore à la surface du sol. Cependant, il n'admet pas que le basalte soit une roche volcanique; il croit que « c'est une espèce de roche vitrifiée formée par cristallisation dans un liquide aqueux et qu'il n'y a aucune raison de la regarder comme due à une fusion ignée ».

Condorcet, dans ses *Eloges*, disait de Guettard, « que par ses minutieuses et laborieuses recherches, il avait fait avancer la véritable théorie de la Terre bien plus que les philosophes qui torturent leur cerveau à déviser sur de brillantes hypothèses, fantômes d'un moment, que la lumière de la vérité rejette bientôt dans un éternel oubli ». Le grand encyclopédiste n'était pas tendre pour les philosophes !

J'ai insisté, à dessein, sur le grand mérite de l'œuvre de Guettard, parce que cette œuvre est malheureusement peu connue et qu'on ne peut être que touché de la façon dont M. Geikie a fait revivre la figure de ce « remarquable Français ».

Après Guettard, débient *Desmarests*, qui fait de si importantes découvertes sur les volcans d'Auvergne et démontre que le basalte est une roche volcanique; puis, le géologue russe *Pallas*, qui, se basant sur l'existence de nombreux ossements d'éléphants, de rhino-

céros, de buffles, en Sibérie, en conclut que la température a varié à diverses périodes de la formation de la Terre. Il publie ensuite des mémoires originaux sur la constitution des montagnes, sujet que de *Saussure* allait illustrer à son tour par ses immortels travaux.

Dans cette admirable pléiade de grands savants de la fin du siècle dernier et du commencement de ce siècle, il faut mettre aux premiers rangs *Werner*, qui exerça une si grande influence sur ses contemporains. On doit dire, cependant, que, malgré le génie de l'homme, « cette influence fut plutôt désastreuse pour la géologie ». N'est-ce pas un de ses élèves qui, redevenu indépendant, écrit : « Que la *Théorie de la Terre* est une monstruosité ? » L'influence dogmatique de ce savant était telle que toutes ses suppositions théoriques, ses « hallucinations » étaient admises comme des faits démontrés. Ses opinions étaient de véritables sentences. « *Nous sommes convaincus*, disait-il, que la masse solide de notre globe a été produite par une série de précipitations aqueuses; *nous sommes persuadés* que ces précipitations, prenant place dans l'eau universelle, peuvent avoir pénétré dans les fissures ouvertes que l'eau couvrait. »

Ses vues sur l'« universel océan » ne furent traitées d'absurdes que plus tard, ainsi que sa théorie sur la formation des montagnes. « L'oracle de Freiberg » ne voyait aucune trace d'action volcanique dans l'origine du basalte. Les idées de Desmarests, basées sur l'observation et bien démontrées, ne pouvaient être acceptées par l'omnipotent Werner.

Mais, voici venir d'Aubuisson, de Buch, et enfin les deux amis et célèbres géologues *Hutton* et *Playfair*. La lutte entre les Plutonistes et les Neptunistes s'engage très vive et se termine par la défaite des disciples de Werner. Les idées sur l'origine des volcans et les causes du volcanisme se précisent, deviennent rationnelles, parce que, basées sur des faits. On ose dire que la chaleur interne du globe a manifesté son existence dans les temps géologiques par l'intrusion de grandes masses de matières fondues dans la croûte terrestre. Ces roches volcaniques, que Werner avait si dogmatiquement considérées comme des précipitations chimiques de l'Océan primitif, deviennent des roches ignées; ce n'est pas l'eau qui a été leur véhicule, c'est le feu central qui les a rejetées à la surface. C'est la ruine de la doctrine de Werner.

Je n'entreprendrai pas de parler des autres grands savants dont M. Geikie analyse les œuvres : les *Giraud-Soulavie*, les *Curier*, les *Brongnart*, les d'*Homalrus d'Hallog*, les *Murchison*, les *Sedgwich*, les *Lyell*, etc. Leur vie, leurs travaux sont présentés avec un tel talent, une telle conviction, une telle chaleur, par M. Geikie, qu'il semble que les luttes scientifiques de ces hommes datent d'hier et qu'on y assiste en spectateur vivement intéressé.

Je ne saurais dire tout le plaisir que j'ai éprouvé en lisant les *Founders of Geology*. Je suis persuadé que ce plaisir sera partagé par tous ceux qui aiment la Géologie.

Dr. GLANGEAUD,
Collaborateur au Service
de la Carte géologique de France.

Clément (A.-G.), *Président de la Section d'Entomologie à la Société d'Acclimatation de France.* — *La Photographie.* — 1 vol. in-12 de 116 pages avec 95 figures. (Prix : 2 francs.) Ch. Mendel, éditeur, 118, rue d'Assas, Paris, 1898.

Dans ce petit ouvrage, fort bien fait d'ailleurs, l'auteur montre comment on peut adapter facilement et sans grandes modifications, la chambre noire au microscope, et fixer ainsi, par la photographie, l'image agrandie des objets soumis à l'observation. La photographie est d'une utilité incontestable pour les naturalistes; nous leur recommandons le livre de M. Clément où ils trouveront, clairement exposés, les procédés à mettre en œuvre pour arriver à un bon résultat.

4^e Sciences médicales

Collet (F.-J.), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon. — Les troubles auditifs dans les maladies nerveuses. — 1 vol. in-16 de 182 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, membre de l'Institut. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1898.

L'auteur a rendu un réel service en insistant sur l'importance des troubles de l'audition dans les maladies du système nerveux. Ces troubles auditifs sont fréquents, mais il est nécessaire de savoir les rechercher. Leur étude approfondie peut être utile au diagnostic et, rapprochée des recherches anatomiques, embryologiques et expérimentales, contribuer à éclaircir la question des origines du nerf acoustique. Il est en général facile, dans le diagnostic, d'exclure une lésion de l'oreille moyenne. L'épreuve de Weber, celle de Rinne, l'épreuve de Gellé et l'interrogatoire permettent de la reconnaître. Le diagnostic entre une lésion de l'oreille interne et une lésion du nerf auditif lui-même est plus délicat. Les paralysies des autres nerfs crâniens, les lésions de la papille, la persistance des notes élevées et basses, les notes moyennes étant les plus atteintes, le rapide épuisement de l'acuité auditive, enfin l'hyperexcitabilité du nerf au courant galvanique, seraient en faveur d'une lésion de l'acoustique.

Dans les hydrocéphalies aiguë ou chronique, on peut constater des troubles auditifs dus à la compression des nerfs acoustiques ou de leurs origines.

Les tumeurs intracrâniennes agissent sur l'audition de différentes façons. Les voies acoustiques sont directement lésées dans les tumeurs du nerf, du bulbe, de la protubérance, des tubercules quadrijumeaux postérieurs. Les tumeurs du pédoncule cérébelleux moyen et du cervelet peuvent aussi amener la surdité par le même mécanisme.

Dans d'autres cas, les tumeurs cérébrales agissent sur l'organe de l'ouïe par divers mécanismes : compression veineuse, lésion des centres trophiques de l'oreille, paralysie des muscles intrinsèques de cet organe, hypertension du liquide céphalo-rachidien. Pour certains auteurs, l'hypertension est transmise par l'aqueduc du limaçon et la pression augmente dans les espaces péri-lymphatiques de l'oreille interne. D'après Gradenigo, cette hypertension du liquide encéphalique produirait une stase lymphatique entre les faisceaux du nerf cochléaire, au moment où ils vont traverser la lame criblée qui forme le fond du conduit auditif interne : ce serait une sorte de papillite de l'acoustique.

Dans la pachyméningite hémorragique, on a trouvé des altérations labyrinthiques multiples : ce sont surtout de petits épanchements sanguins disséminés soit dans l'oreille interne, soit entre les faisceaux du nerf cochléaire. On a constaté dans l'oreille moyenne la présence d'une membrane très vasculaire, qui revêt à peu près complètement ses parois et qui donne au tympan, lorsqu'on l'examine, une apparence rougeâtre, caractéristique.

En cas de méningite, il se produit d'abord une infiltration purulente, intéressant le nerf acoustique et le labyrinthe. Plus tard le labyrinthe s'ossifie et les nerfs auditifs s'atrophient. Les troubles subjectifs disparaissent avec les progrès de la surdité. Les sons les plus élevés dans l'échelle musicale sont les plus mal perçus et les lésions les plus avancées se trouvent dans le premier tour du limaçon. Ces faits viennent confirmer les expériences de Heusen et de Heilmoltz. Elles ont montré que la partie la plus étroite de la membrane basilaire ne vibrait que sous l'influence des sons élevés. Cette partie de la membrane correspond au premier tour du limaçon. Quelques pages de cette intéressante monographie sont consacrées à l'étude des troubles auditifs dans le rhumatisme cérébral, le ramollissement cérébral, l'hémorragie céré-

brale, la sclérose en plaques, la paralysie faciale, les lésions du trijumeau, les névroses. Dans l'hystérie, la surdité est le plus souvent incomplète et son degré se modifie assez fréquemment. Sa durée est variable et le pronostic n'en est pas grave.

Mentionnés en 1858 par Duchenne (de Boulogne), les troubles auditifs du tabes ont été, depuis, fréquemment étudiés. Tantôt on a constaté une atrophie des nerfs, portant sur le tronc ou sur les noyaux et se poursuivant dans le labyrinthe; tantôt il n'y a pas de lésion du nerf, mais uniquement de l'oreille moyenne qui est sclérosée.

Les signes fonctionnels sont les suivants : dureté de l'ouïe à évolution rapide, bruits subjectifs, hallucinations de l'ouïe, accès de vertiges. Il est logique de rapprocher des autres névrites du tabes, la névrite de la huitième paire, dans les cas où elle a été anatomiquement constatée. Mais comment le tabes peut-il produire la sclérose de l'oreille moyenne? Cette sclérose peut être, dans certains cas, une pure coïncidence. Dans d'autres cas, cette hypothèse ne peut être invoquée. Les expériences de Laborde et Gellé, la coexistence d'autres troubles trophiques et sensitifs dans le domaine du trijumeau permettent de supposer que l'altération se fait par l'intermédiaire du nerf trophique : le trijumeau.

Le Dr Collet termine son étude par des considérations pathogéniques sur les faits exposés et par un chapitre sur les voies acoustiques.

Dans les maladies nerveuses, dit-il, les troubles auditifs se produisent par trois mécanismes :

1^o Par des phénomènes sensitifs (sensibilité spéciale);

2^o Par des phénomènes moteurs, aboutissant au fonctionnement défectueux des muscles tubaires ou des muscles intrinsèques de l'oreille;

3^o Par des phénomènes vaso-moteurs et trophiques.

Le grand sympathique, comme l'ont montré Claude Bernard et Bertholet, est vaso-constricteur de l'oreille, son rôle trophique étant discuté. Quant au trijumeau, il renferme bien des filets trophiques de l'oreille.

La méthode anatomo-clinique est à peu près d'accord avec les méthodes anatomique et expérimentale, sur la détermination du trajet des faisceaux intra-cérébraux du nerf auditif. Les voies acoustiques peuvent se résumer ainsi : cellules ciliées de l'organe de Corti; cellules bipolaires du ganglion spiral; cellules multipolaires du noyau bulbaire antérieur ou ventral. Le noyau ventral se trouve uni par deux voies différentes à l'olive supérieure du côté opposé : le corps trapézoïde, les stries acoustiques qui cheminent sous le plancher du quatrième ventricule. De l'olive, les faisceaux se dirigent vers les tubercules quadrijumeaux postérieurs, les corps genouillés internes, la région sous-thalamique, la partie postérieure de la capsule interne, le centre ovale et l'écorce, au niveau de la première circonvolution temporelle.

On tend à admettre que toutes les fibres ne vont pas du noyau bulbaire à l'olive du côté opposé : quelques-unes seraient à l'olive du même côté. Chaque tubercule quadrijumeau postérieur et chaque circonvolution temporelle répondent à l'oreille du côté opposé. D'après les recherches expérimentales de Luciani et Tamburini, il n'y aurait pas un croisement complet. En tout cas, les observations cliniques, contrôlées par l'autopsie, montrent que la surdité est surtout croisée.

Dr A. CASTEX.

L'Œuvre médico-chirurgicale (Suite de monographies cliniques sur les questions nouvelles en Médecine, en Chirurgie, en Biologie. — Fascicule IV : L'Hérédité normale et pathologique, par M. Ch. Debierre, Professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de Lille. — Fascicule V : L'Alcoolisme, par M. A. Jaquet, Privat-docent à l'Université de Bâle. — (Prix du fascicule n^o 8^o de 40 pages : 1 fr. 25.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1898.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 Janvier 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Ch. Duprat a observé le 12 décembre, à Basse-Terre (Guadeloupe), un brillant essaim d'étoiles filantes. Le passage des Léonides du 13-14 novembre avait été à peu près nul. — M. Emile Picard montre que la considération des intégrales doubles de seconde espèce conduit à un nouvel invariant; il fait voir comment on peut établir son existence. — M. Paul Painlevé indique quelques modes de développement remarquables d'une fonction analytique, holomorphe (ou uniforme) dans un domaine quelconque. — M. Emile Borel étudie les types de croissance et en particulier le rôle prépondérant du type exponentiel dans le cas des fonctions entières. — M. Jules Bondon énonce quelques considérations sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles analogues aux équations du premier ordre. — M. René de Saussure démontre que le mouvement type à deux degrés de liberté dans un plan est celui qui est défini par le système de tous les cercles tangents à une même droite Ox en un même point O . Il applique les résultats obtenus au cas d'une aiguille aimantée se déplaçant dans un champ magnétique. — M. Marcel Brillouin donne une loi des déformations des métaux industriels, en tenant compte des impuretés que ceux-ci renferment.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Cornu communique les mesures micrométriques qui lui ont permis de conclure que le doublement magnétique des composants augmentait suivant une loi rapide avec la réfrangibilité. — MM. Ch. Fabry et A. Pérot terminent la description de leur spectroscopie interférentielle; ils indiquent le dispositif qui permet d'obtenir le parallélisme parfait des deux faces argentées. Dans certains cas, ils ont pu remplacer la lame d'air par une lame de verre dont les deux faces sont argentées et parfaitement parallèles. — M. Ch. Fery montre que, dans les reproductions en similitude, l'étalement des points des clichés formés avec l'intensité de la lumière s'explique parfaitement par la théorie élémentaire des ombres et des pénombres et par le phénomène de l'irradiation. La diffraction ne joue là aucun rôle; la théorie et les recherches expérimentales le prouvent surabondamment. — M. Ed. Stelling donne les résultats de la troisième ascension internationale des ballons-sondes faite à Saint-Petersbourg en mai 1897. Les indications des instruments enregistreurs montrent que la température est descendue avec une grande rapidité au-dessus de 8.000 m., contrairement aux chiffres rapportés par M. Mendeleef. — M. A. Ponsot indique dans quelles conditions on pourrait appliquer la méthode osmométrique à l'étude des équilibres physiques et chimiques d'un mélange de corps, placé dans un vase où sa température est uniforme. — M. Paul Sacerdote a fait plusieurs expériences sur le mélange de deux volumes égaux de gaz à la même pression. La pression n'augmente pas comme le voudrait la loi généralement admise; cette loi doit être remplacée par la loi des volumes formulée par M. Le Luc. — M. H. Moissan a constaté que, par l'action de l'acétylène froid, gazeux ou liquide, on peut obtenir les corps $CNaH$ et CKH à l'état de pureté. Par une élévation de température, ces corps dégagent de l'acétylène et se transforment en carbures CNa^2 et CK^2 . A une température plus élevée, ces carbures sont dissociés en métal et carbone; il en est de même pour les carbures alcalins-terreux et le carbure de magnésium, si la température s'élève encore. On

voit donc que les carbures de potassium, de sodium et de magnésium ne peuvent pas être produits au four électrique. — MM. G. Wyruboff et A. Verneuil indiquent un nouveau procédé de séparation et de dosage de la thorine. Il repose sur le fait que le nitrate de thorium est complètement précipité vers 60° par un excès d'eau oxygénée. Le nitrate est réduit par l'iode et l'acide chlorhydrique, puis précipité par l'ammoniaque et on dose l'hydroxyde formé. Le procédé de M. Dennis, basé sur la précipitation du thorium par l'azohydrate de potassium, n'est pas très exact. — M. Marcel Delépine a déterminé la chaleur de formation de l'allylde anisique et celle des combinaisons ammoniacales des aldéhydes anisique et pyromucique. — M. A. Arnaud a constaté que l'ouabaïne peut former, suivant la température, trois hydrates cristallisés contenant respectivement 9, 4 et 3 molécules d'eau; le premier cristallise dans le système quadratique. Sous l'influence des acides, l'ouabaïne se décompose en rhamnose et une sorte de résine rouge. L'ouabaïne donne avec l'anhydride acétique une heptacétine. — M. E. Blaise a fait la synthèse de l'acide térébique en faisant réagir l'acétone sur le bromosuccinate d'éthyle en présence du couple zinc-cuivre. L'acide obtenu a été identifié à l'acide térébique par transformation en méthyl-2-pentanolate. Le rendement est plus fort qu'avec tout autre procédé. — MM. A. et P. Buisine indiquent un procédé de fabrication des huiles d'acétone au moyen des eaux de désuintage des laines. On isole de ces dernières les acides gras volatils par une méthode déjà indiquée, on les sature par la chaux, on évapore et on pratique la distillation sèche. Les huiles d'acétone servent à la dénaturation de l'alcool. — M. L. Cordier décrit une nouvelle méthode de dosage du suc gastrique. On le neutralise avec du carbonate de lithine, on évapore et on calcine au rouge sombre. L'acide chlorhydrique libre et l'acide combiné forment du chlorure de lithium qu'on peut enlever par un mélange d'alcool absolu et d'éther et doser à part; le chlorure fixe, c'est-à-dire combiné à l'état de chlorure de sodium, est dosé dans le résidu. — M. A. Lacroix a constaté que la déshydratation du gypse donne naissance à un sulfate de calcium différent de l'anhydrite; il est probablement trichinique avec groupements infimes conduisant à un édifice de symétrie supérieur; sa réfringence, sa biréfringence sont très inférieures à celles de l'anhydrite.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. L. Ranvier continue ses études sur le mécanisme de la cicatrisation des plaies de la corne; il a constaté qu'à côté du phénomène de soudure épithéliale il y a aussi réunion immédiate par anastomose des prolongements des cellules conjonctives. — M. Ch. Bouchard a observé, par la radioscopie, l'augmentation de l'oreillette droite du cœur pendant l'inspiration. — MM. André Broca et Ch. Richet décrivent des expériences ergographiques donnant la mesure de la puissance d'un muscle en régime régulier. Ils concluent que le travail, s'il n'est pas exagéré, rend le muscle plus apte à un travail ultérieur; le muscle n'acquiert sa puissance maxima en régime régulier que par un entraînement immédiat. — S. A. le prince Albert de Monaco communique les résultats de la quatrième campagne de la *Princesse-Alice*. Le « banc de la Princesse-Alice » a été presque complètement relevé. On a procédé à des mesures de température de fond et à des prises d'échantillons d'eau. On a récolté une faune marine assez riche, comprenant plusieurs espèces nouvelles. — M. Ed. Perrier présente la deuxième édition de son livre *Les Colonies animales et la formation des*

organismes ». — M. Trabut avait envoyé, il y a quelques années, en Algérie, des cultures d'un champignon parasite, le *Sporotrichum globuliferum*, destiné à détruire les Altises. Ce champignon s'est installé dans divers points du pays et a déjà détruit de nombreux insectes. — M. René Nicklès a étudié le Callovien de la Woëvre; le faciès argileux y est très développé; les bancs calcaires, au contraire, y sont réduits.

Séance du 31 Janvier 1898.

M. Cremona est élu Correspondant pour la Section de Géométrie en remplacement de feu Brioschi.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. Cruls communique les observations de la comète périodique de l'Arrest, faites à l'Observatoire de Rio-de-Janeiro avec l'équatorial de 0^m.25. — M. A. Rabourdin communique les photographies de quelques nébuleuses prises à l'Observatoire de Meudon avec le télescope à court foyer. Cet instrument lui a permis de réduire considérablement le temps de pose; avec une pose maximum de deux heures, on obtiendra maintenant la photographie complète des nébuleuses. — M. J. Janssen insiste sur l'avantage que présentent les télescopes à court foyer pour la photographie de corps célestes peu lumineux. Il indique le principe d'une méthode permettant d'obtenir, à des intervalles éloignés, des photographies dans les mêmes conditions. — M. H. Poincaré communique de nouvelles considérations sur le développement approché de la fonction perturbatrice. — M. P. Painlevé démontre le théorème suivant : La fonction $F(x_1, \dots, x_n)$ peut être représentée dans le domaine D par une série de polynômes, composés linéairement avec les quantités $F_0, (F_1)^2, \dots$, série qui converge uniformément vers F à l'intérieur de D et qui est dérivable terme à terme indéfiniment. — M. Jules Beudon indique une extension des résultats qu'il a obtenus sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles analogues aux systèmes d'équations du premier ordre. — M. A. Demoulin formule les relations qui existent entre les éléments infinitésimaux de deux figures homographiques ou corrélatives. — M. A. Pellet étudie les surfaces applicables sur une surface de révolution. — M. G. Humbert démontre que, si une fonction θ se décompose en deux facteurs entiers, ces facteurs sont des fonctions θ , à des facteurs exponentiels près, si les périodes a, b, c , sont choisies au hasard; une exception ne peut se présenter que si les périodes sont liées par une certaine relation. — M. D. O'Ceagne pose les principes de la méthode nomographique la plus générale, résultant de la position relative de deux plans superposés. — M. G.-A. Faurie a constaté la production, le long d'une éprouvette de métal malléable soumise à la traction, de nœuds et de ventres équidistants, parfois très accentués. Il l'attribue à l'interférence de l'action de la charge, qui agit à l'extrémité inférieure, avec la réaction qui agit à l'autre extrémité. — M. Ribière étudie la flexion des pièces épaisses. Il trouve que la loi dite du trapèze est en désaccord, à partir d'une certaine hauteur de poutre, avec la théorie mathématique de l'électricité.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — S. A. le prince Albert de Monaco décrit les observatoires météorologiques installés, d'après ses indications, aux îles San Miguel et Flores (Acores). Les observations qu'on y fera permettront d'annoncer aux ports européens, avec une avance de 50 heures, les dépressions menaçantes. — M. Mascart recommande l'établissement d'un enregistreur des variations magnétiques à ces observatoires. Il rendrait autant plus de services que les enregistreurs des États-Unis sont pour ainsi dire annulés par l'influence des courants électriques industriels. — MM. A. Blondel et J. Rey avaient trouvé par le calcul que, dans les projecteurs de lumière à réflexion, l'éclat est constant sur toute la surface; ils ont vérifié cette loi expérimentalement par des méthodes photométriques, consistant à isoler de petits éléments de surface et à en mesurer l'éclat. — MM. A. Perot et Ch. Fabry ont étudié, au

moyen de leur spectroscopie interférentiel, les radiations du thallium, du mercure et du cadmium. Leurs résultats diffèrent sensiblement de ceux obtenus par M. Michelson. — M. Daniel Berthelot indique une nouvelle méthode pour la mesure des hautes températures. Elle est basée sur la loi suivante, dont il a vérifié la rigoureuse exactitude : Si l'on diminue d'une même fraction la densité d'un gaz, d'une part par élévation de température, d'autre part par diminution de pression, l'indice de réfraction prend la même valeur dans les deux cas. — M. A. Ledue a mesuré la densité de l'air en divers points et a trouvé des nombres différant légèrement. Il lui semble nécessaire de ne plus rapporter les densités à l'air, mais à un gaz bien défini, et il a choisi l'oxygène. — M. S. Guggenheimer a trouvé que l'augmentation de la distance explosive, due aux rayons X, est maxima si l'étincelle passive passe entre un disque et une pointe, dans le cas où c'est la pointe qui forme le pôle négatif. L'action des rayons X est encore augmentée par leur passage à travers la fluorine. — M. Albert Turpain a constaté qu'un résonateur circulaire de Hertz présentant une coupure fonctionne aussi facilement qu'un résonateur complet comme procédé d'investigation du champ hertzien. — M. H. Morize indique un procédé simple de détermination de la position des corps étrangers par la radiographie. Il consiste à placer, à la surface du corps, quatre petits disques métalliques qui se trouvent, deux à deux, en ligne droite avec le corps étranger. Ce dernier se trouvera donc à l'intersection des deux lignes droites ainsi déterminées. — M. J.-R. Mourelle a étudié la phosphorescence des sulfures de strontium préparés au moyen de la décomposition, par la chaleur, de l'hyposulfite ou du sulfite de strontium. — MM. A. Bouffard et L. Sémichon étudient le rôle de l'oxydase des raisins dans la vinification; c'est à la fois un ennemi et un auxiliaire dont on peut utiliser ou empêcher les effets. — M. A. Guillemare a retiré l'acide phylloxyanique des feuilles en les traitant par une lessive de soude qui transforme la chlorophylle; il a isolé cet acide à l'état de pureté et a préparé ses combinaisons avec diverses bases minérales et organiques.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Dastre a constaté que le foie, chez les Invertébrés, contient toujours du fer, et en beaucoup plus grande quantité que le reste du corps; chez les Vertébrés le foie ne vient qu'après le sang et la rate pour la quantité de fer qu'il contient, mais le fer hépatique a certainement une grande importance fonctionnelle. — MM. L. Camus et E. Gley ont constaté que le sérum d'anguille possède une action destructive sur les globules rouges du sang d'un grand nombre d'animaux. Mais si ces animaux sont immunisés contre le sérum d'anguille, leurs globules rouges ne sont plus détruits; leur sérum a acquis des propriétés antitoxiques qui neutralisent les propriétés toxiques du sérum d'anguille. — M. C. Phisalix vient de constater que la tyrosine peut être considérée comme un nouveau vaccin chimique du venin de vipère. Le suc de dahlia, qui contient de la tyrosine, est doué de fortes propriétés immunisantes. — M. Catois, dans ses recherches sur l'encéphale des Poissons, a remarqué que les cellules épendymaires peuvent, chez l'adulte, émigrer de leur emplacement ordinaire en se transformant; on les retrouve dans le télencéphale, le diencéphale, le mésencéphale, etc. — M. Ch. Janet étudie les limites morphologiques des anneaux du tégument et la situation des membranes articulaires chez les Hyménoptères arrivés à l'état d'imago. — M. Jules Richard a fait l'étude de la faune des eaux douces des Canaries; il est probable que les animaux d'eau douce y ont été apportés, à l'état d'œufs de résistance, par les oiseaux et surtout par les vents. — M. Arnould Leocard montre comment la faune malacologique de l'océan Atlantique boréal s'est dispersée peu à peu vers le sud, en longeant les côtes du continent européen et du continent africain, et vers l'ouest jusqu'à l'Amérique. Elle s'est, en outre, abaissée en profondeur à mesure qu'elle arri-

vait dans des eaux plus chaudes. — **M. A. de Gramont de Lesparre** décrit la germination estivale des spores de la truffe et la production des téleuto-spores. — **M. Gaillard** a déterminé les ossements fossiles trouvés dans les gravières quaternaires de Villefranche. D'après ces fossiles et d'après les silex taillés trouvés auprès, les gravières de Villefranche doivent appartenir à la période paléolithique, dite du Moustier.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 18 Janvier 1898.

M. le Président annonce le décès de **M. Mesnet** membre de l'Académie. **M. Motet** donne lecture du discours qu'il a prononcé à ses obsèques. — **M. G. Dieulafoy** fait une communication sur l'intervention chirurgicale dans les hématoméses foudroyantes consécutives à l'excubération simple de l'estomac. Il pose les conclusions suivantes : Outre l'*ulcus simplex*, cause fréquente d'hématoméses, on peut trouver à l'estomac une perte de substance très superficielle et assez étendue, qu'il appelle *excubération simplex*, et qui provoque des hématoméses aussi terribles. La perte de substance de l'*excubération simplex* ne dépasse pas, en profondeur, la tunique muqueuse, y compris sa *muscularis mucosa*. L'hématoméses foudroyante et parfois mortelle, qui en est la conséquence, vient de l'incarcération d'une des artères qui rampent sur la *muscularis mucosa*. Cliniquement, l'*excubération simplex* peut évoluer avec les signes classiques de l'*ulcus simplex*, mais, le plus souvent, elle s'installe sournoisement. L'intervention chirurgicale est le traitement de choix des hématoméses consécutives à l'*excubération simplex*. L'opérateur ne devra pas oublier que l'estomac incriminé peut présenter, au premier abord, les apparences d'un estomac sain, bien que la muqueuse soit entamée quelque part; d'où la nécessité d'un examen minutieux. — **M. G. Hayem** pense que le traitement médical doit être tenté avant l'intervention opératoire. — **M. Fournier** a vu, chez des syphilitiques, des hématoméses guérir par le traitement spécifique. — **M. le Dr Winternitz** (de Vienne) lit un mémoire sur le traitement de l'obésité par les agents physiques. — **M. le Dr Doyen** présente un écarteur sus-pubien et un appareil destiné à la réduction sanglante de la luxation congénitale de la hanche. — **M. le Dr Galezowski** donne lecture d'un travail sur la thermométrie oculaire et son utilité dans le diagnostic de certaines maladies des yeux.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Novembre 1897.

M. A. Leduc a déterminé les densités et volumes moléculaires, la compressibilité et la dilatation aux diverses températures et aux pressions moyennes des gaz susceptibles d'être obtenus à l'état de pureté. Les densités à 0° et 76 centimètres de mercure sont déterminées à $\frac{1}{10.000}$ ou $\frac{2}{10.000}$ près; la compressibilité a été étudiée à 0°. Si l'on appelle v_0 le volume mesuré à 0°, sous la pression critique π , on trouve que les points qui ont pour ordonnées le volume et pour abscisses la température critique absolue Θ du gaz, sont placés, sauf ceux relatifs à AzH_3 et H_2S , sur une courbe dont l'équation est bien représentée par

$$(1) \quad y = m \Theta - 93^2 - n \Theta - 93^3 + p (\Theta - 93)^4.$$

Les gaz s'écartent de la loi de Mariotte suivant la formule :

$$E = \frac{pv_0}{p} - 1 = a \quad p - p_0 + b \quad p - p_0^2;$$

la loi des états correspondants exige que le produit de la pression critique par la dérivée $\frac{d}{dp}$ du produit pv par

rapport à la pression $-\frac{1}{pv} \frac{d(pv)}{dp}$, qui a les dimensions de $\frac{1}{\pi}$, soit une constante à des températures correspondantes. A la même température, le produit πv devra croître dans le même sens que la température critique du gaz considéré. Il en est de même pour $b\pi^2$. Des expériences très précises, effectuées en collaboration avec **M. Sacerdote**, ont montré qu'à 16° on a très sensiblement,

$$(2) \quad \pi \pi \cdot 10^4 = m' \Theta - 98^2 - n' \Theta - 98^3 + p' (\Theta - 98)^4,$$

sauf pour AzH_3 et HCl qui sont plus compressibles et pour H_2S et PH_3 qui le sont moins. Pour les gaz normaux, qui obéissent aux lois 1) et 2), on aura, à la température réduite χ :

$$\begin{aligned} y &= 72 \chi^4 - 130 \chi^3 + 173 \chi^2 - 83 \chi + 12,3 \\ z &= 101,3 \chi^4 - 220 \chi^3 + 266 \chi^2 - 119 \chi + 16,9 \\ u &= 6\pi^2 \cdot 10^4 = 20 \chi^4 \chi - 1. \end{aligned}$$

On peut à l'aide de ces formules, calculer le volume moléculaire d'un gaz à une pression et une température quelconques, quand on connaît sa température et sa pression critiques. On peut aussi calculer les coefficients de dilatation et de compressibilité; les résultats s'accordent avec ceux de Regnault et mieux encore avec ceux de **M. P. Clappius**. L'azote suivrait la loi de Mariotte à 100°, l'acide carbonique à 620°, l'acide sulfurique à 983°. — **M. E.-H. Amagat** ne pense pas qu'on puisse légitimement grouper les corps entre eux, en partant des résultats de **M. Leduc**, en dehors des limites de température et de pression entre lesquelles ces expériences ont été faites. L'application de la loi des états correspondants aux pressions intérieures montre que l'oxygène et l'azote, qui se rapprochent bien l'un de l'autre dans la région étudiée par **M. Leduc**, se séparent dans le domaine des hautes pressions. **M. Leduc** répond que le groupement basé sur la considération du coefficient α , qui est très sûr pour les gaz facilement liquéfiables, devient incertain pour les gaz permanents, pour lesquels ce coefficient est beaucoup plus petit et déterminé avec moins de précision. Mais cette incertitude ne cause aucune erreur appréciable sur les densités et les coefficients de dilatation. — **M. E. Ducretet** présente un appareil pour répéter les expériences de **Hertz** sur les onduations électriques : réflexion, réfraction, polarisation, et démontrer leur action à distance (télégraphie sans fil) sur les tubes à limaille radioconducteurs de **M. Branly**. L'oscillateur est à deux sphères, immergées dans un liquide isolant, comme l'ont conseillé **MM. Sarrazin** et de la Rive. La bobine est enfermée, comme dans le dispositif de **M. Bose**, dans une boîte à parois métalliques; on obtient des décharges brèves et, par suite, des ondes intermittentes, au moyen d'une clé de contact. Le résonnateur est un tube à limaille de **M. Branly**, qui devient conducteur sous l'influence des ondes de **Hertz**, d'où le nom de tube radioconducteur que lui a donné **M. Branly**, de préférence à celui de cohéreur (cohérer), proposé par plusieurs physiciens anglais, qui croient qu'une adhérence des particules de limaille, déterminée par la décharge, est la cause de la diminution brusque de résistance. **M. Popoff**, en 1893, a utilisé un de ces tubes sur lequel il forme une pile; quand le courant passe, sous l'action d'une décharge, le courant actionne un relais qui met en mouvement un marteau, dont le choc sur le tube le ramène immédiatement à sa résistance primitive et un enregistreur, qui conserve la trace des ondes reçues. **M. Ducretet** fait usage d'un relais galvanométrique sensible, à usages télégraphiques, qu'il a construit avec **MM. Maréchal** et **Rigolot**; ce

¹ **M. Amagat** rappelle incidemment que le désaccord entre ses propres résultats et ceux de **Regnault**, au sujet de la compressibilité de l'acide carbonique à 100°, tient uniquement, comme l'a découvert **M. Blaserna**, à une erreur matérielle de calcul commise par l'illustre physicien.

relais est muni d'un amortisseur et d'une résistance additionnelle pour supprimer l'étincelle de rupture; un deuxième relais actionne l'enregistreur Morse. La télégraphie *herzienne* ainsi réalisée ne diffère pas de la transmission sans fils dans laquelle M. Marconi n'a obtenu que des effets un peu plus puissants, par l'utilisation d'éléments déjà connus. M. Dueret a construit les appareils de M. Bose pour la réflexion, la réfraction, la diffraction et la polarisation des ondes électriques.

Séance du 3 Décembre 1897.

M. Dongier a déterminé le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge. La méthode employée est nouvelle: la radiation, émanant d'un collimateur à fente réglé à l'infini, traverse un prisme de quartz qui la polarise et la disperse, puis un quartz épais et un analyseur biréfringent, donnant deux spectres juxtaposés, qui se forment sur les deux parties d'une pile thermo-électrique différentielle. On détermine comme l'a fait M. Carvallo, dans l'étude du spectre infra-rouge de la fluorine, les longueurs d'onde qui correspondent à des déviations nulles du gabanomètre, c'est-à-dire, si l'analyseur et le polariseur sont croisés, à des rotations de

$$\frac{\pi}{4} + k \frac{\pi}{2};$$

on évite les différences d'absorption et les imperfections optiques des surfaces en maintenant invariable le trajet de faisceau lumineux; la seule erreur expérimentale est reportée sur la détermination de la longueur d'onde. Dans la méthode de Desains, telle que MM. Carvallo et Moreau l'ont appliquée à la même question, et dont les résultats diffèrent notablement, la rotation du plan de polarisation est déterminée avec une précision beaucoup moindre. L'n réglage permet de rendre la fente, l'arrêt du prisme et la section principale de l'analyseur parallèles à l'axe de la plate-forme; en lumière monochromatique les deux images données par l'analyseur se prolongent exactement. Le diathermochromisme du spath, signalé par M. Merritt, n'intervient pas dans les limites des mesures, qui ont été poussées jusqu'à 1,82 μ dans le spectre ordinaire, et 2,4 μ dans le spectre extraordinaire, avec des quartz très purs, de 60,753 millimètres et 27,049 millimètres d'épaisseur, taillés par M. Jobin. Si le réglage est parfait et l'inégalité d'absorption dans les deux spectres insensible, la courbe qui représente les déviations gabanométriques en fonction de l'angle lu sur le goniomètre doit avoir ses maxima sur une courbe continue dont la symétrie par rapport à l'axe des abscisses passe par les minima; on peut juger de la valeur d'une série d'expériences par la perfection avec laquelle cette condition est réalisée. On obtient des résultats concordants à moins de cinq unités de l'ordre de la cinquième décimale dans le spectre ordinaire et de une unité de la quatrième décimale dans le spectre ordinaire. En calculant les longueurs d'onde à l'aide des nombres de M. Carvallo on obtient une courbe $\rho = f(\lambda)$ qui reste parallèle à celle de M. Carvallo, dont elle s'écarte des quantités de l'ordre des erreurs expérimentales. L'écart est notablement plus grand par rapport aux déterminations de M. Moreau. M. Dongier pense que la présence de bandes d'absorption dans l'infra-rouge solaire et le déplacement que fait subir au spectre la rotation de l'analyseur dans les expériences de M. Moreau, expliquent ces divergences. — M. E. Carvallo remercie M. Dongier d'avoir rétabli les faits par une étude consciencieuse; il se demande si le petit écart qui subsiste entre les résultats et dont une discussion en commun n'a pu faire découvrir la cause, ne tiendrait pas à une différence entre les quartz qui ont servi dans les deux séries d'expériences. M. Dongier, ajoutant un terme à une formule donnée par M. Carvallo, représente ses résultats par leur relation :

$$\rho = \frac{An^2 - B}{\lambda^2} + \frac{c}{(1 - 3,2/\lambda^2)};$$

en modifiant très peu les équations de Helmholtz qui lui avaient servi de point de départ, M. Carvallo est amené à proposer la formule :

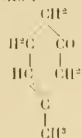
$$\rho = \frac{An^2 - B}{\lambda^2} + C$$

le terme en C, qui est égal à 0,240 dans les expériences de M. Dongier et à 0,125 dans celles de M. Carvallo, pourrait être considéré comme dû à une impureté, variable avec la nature du quartz. Il est remarquable que la divergence entre les résultats expérimentaux apparaisse au moment où la formule simple devient insuffisante. A une observation de M. H. Becquerel, M. Carvallo répond que le dichroïsme du quartz, qui n'existe que bien au delà des radiations employées, ne semble avoir en aucune influence. Sur une question de M. A. Cornu, M. Dongier indique que les quartz dont il s'est servi provenaient d'un même échantillon de grandes dimensions appartenant au Laboratoire d'Enseignement de la Physique à la Sorbonne. M. Jobin en a fait l'étude en lumière blanche et parallèle au microscope de Norremberg; on n'a utilisé que les régions où l'extinction était complète. M. Cornu rappelle que les voiles nageux d'un échantillon de quartz apparaissent plus facilement en lumière jaune et que le baume du Canada présente des inconvénients qui rendent préférable l'emploi de la glycérine dans les nicols. — M. V. Chabaud présente deux nouveaux modèles de trompe à mercure. L'un d'eux a été étudié en vue de la construction des tubes à analyse spectrale, pour le cas où l'on ne dispose que d'un volume de gaz très restreint. Il ne porte aucun robinet; les chutes au de la trompe sont commandées par deux purgeurs dont l'un fonctionne sous le vide. Une rupture du tube en expérience, qui laisserait l'air rentrer brusquement, ne pourrait causer aucun accident, comme le montre M. Chabaud, en brisant l'extrémité d'un tube dans lequel il a fait le vide. Le second modèle, qui est d'une très grande simplicité, se compose d'une pompe à mercure sans robinet et d'une trompe à deux chutes réunies sur un même bâti; cette trompe est commandée par un purgeur fonctionnant sous le vide; un purgeur commun à la pompe et à la trompe met le mercure à l'abri des souillures qui proviendraient du caoutchouc. — M. P. Villard explique le principe du fonctionnement des chutes qu'il emploie; le mercure s'écoule par un simple ajutage dans une chambre surmontant le tube de descente de la trompe. Si le mercure n'arrive pas avec une vitesse suffisante, un seul ajutage fonctionne; il se forme à l'autre un ménisque qui arrête le mouvement. On tourne cette difficulté en amenant le mercure par des tubes capillaires dans lesquels la force vive devient beaucoup plus grande, ce qui régularise le fonctionnement. C. RAYEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

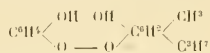
Séance du 24 Décembre 1897.

M. A. Béhal a séparé des huiles de bois privées d'acides et de créosote une série de cétones. On sépare ces composés en les dissolvant dans une solution aqueuse saturée d'acide chlorhydrique. En étendant d'eau et distillant, on régénère ces cétones. On peut les séparer en préparant les oximes et leurs dérivés benzoylés. L'auteur a établi la constitution d'une de ces cétones, la cyclométhylhepténone :



Ce composé bout à 192°, fond à 12°, donne une oxime et un dérivé benzoylé fondant à 121°,5 et à 167°; il ne se

combine pas au bisulfite de soude et donne, par oxydation, de l'acide acétique et de l'acide lévulique. Il donne, par fixation de brome, un bibromure, fusible à 87°, très soluble dans l'alcool et l'éther de pétrole chaud. — Par condensation du bromosuccinate d'éthyle avec l'acétone, en présence du couple zinc-cuivre, **M. E. Blaise** a réalisé la synthèse de l'acide térébique. La réaction, qui marche très lentement avec le zinc seul, est très rapide avec le couple. — **M. A. Valeur**, en faisant réagir la toluquinone sur l'hydroquinone ordinaire, et la quinone ordinaire sur l'hydrofoluquinone, a obtenu le même produit dans les deux cas. Il en est de même si l'on remplace la toluquinone par la thymoquinone. Les quinhydrone obtenues sont dissolues en solution; elles sont décomposées par la chaleur ou la vapeur d'eau; on obtient, dans tous les cas, de l'hydroquinone ordinaire et la quinone dont le poids moléculaire est le plus élevé. **Biltris** en avait conclu que l'on devait considérer les quinhydrone comme des corps de formule :



et non comme des combinaisons moléculaires. **M. Valeur** croit qu'en réalité on peut facilement expliquer la réaction de la façon suivante. La quinone agit comme oxydant et transforme les hydroquinones supérieures en quinones correspondantes pendant qu'elle-même donne de l'hydroquinone ordinaire. C'est d'ailleurs le premier effet de la réaction conduite en l'absence de tout dissolvant. — **M. L. Simon** a reconnu qu'un mélange de nitroprussiate et de triméthylamine en solution aqueuse donne une coloration bleue avec l'aldéhyde éthylique ordinaire, en solution dans l'eau ou les dissolvants organiques. Cette coloration virait au rouge par addition de potasse, et disparaît par addition d'ammoniaque. Cette dernière réaction permet de différencier l'aldéhyde éthylique de l'acide pyruvique. Ce dernier, en effet, donne une coloration bleue persistante avec l'ammoniaque. **M. Simon** s'est assuré que la coloration bleue signalée plus haut avec l'aldéhyde éthylique ne se produit pas avec la plupart des corps aldéhydiques ou cétoniques. — **M. G. André**, en distillant des mélanges d'acides formique, acétique et propionique avec la pyridine, a reconnu qu'il passe à point fixe une certaine quantité de liquide de composition déterminée. Ces liquides peuvent ou être distillés dans le vide sans se décomposer ou donner des produits de composition différente. Les combinaisons ainsi formées sont donc instables; elles sont d'ailleurs dissociées par l'eau complètement, ce que l'on peut reconnaître par un dosage de l'acide avec la phthaléine. — **M. Thomas** a fait réagir le chlorure ferrique sur le benzène. Il y a dégagement d'acide chlorhydrique et réduction partielle du chlorure. Il se fait en même temps du monochlorobenzène mais avec de très mauvais rendements. Le monochlorobenzène donne ensuite du dichlorobenzène, surtout le dérivé para. Il se forme ensuite du trichlorobenzène et la réaction peut encore marcher avec ce dernier dérivé, car le chlorure ferrique réagit même sur le tétrachlorobenzène. La réaction marche également avec d'autres carbures aromatiques : le toluène, la naphthaléine. — **M. P. Lebeau** a étudié les alliages de glinium. Il a préparé ces composés en réduisant le mélange des oxydes par le charbon au four électrique. Les alliages de glinium et de cuivre s'obtiennent très facilement : ce sont des bronzes ressemblant aux bronzes d'aluminium. On peut aussi préparer les alliages de glinium et de chrome, de molybdène, de tungstène, d'argent. **E. CHARON.**

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 2 Janvier 1898.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. J.-W. van Wijhe** s'occupe de l'appareil à injection automatique en se servant

de la substance de *Teichmann*. Le zoologiste hollandais *Swammerdam* est le premier qui ait rempli les vaisseaux sanguins d'une masse solide (*Miraculum nature s. uteri muliebris fabrica*, Lugd. Bat., 1672). Il se servait de la cire fondue colorée, et choisissait des couleurs différentes pour les veines et les artères. Cette méthode s'est maintenue jusqu'à présent; toutefois on a modifié la substance, en ajoutant à la cire du talc ou encore d'autres substances avec l'intention d'abaisser la température de fusion. Cependant cette méthode présente un grand inconvénient. D'abord la température pendant le procédé se trouve entre deux limites très voisines l'une de l'autre, ensuite l'injection doit être faite dans un laps de temps minime, de manière que la pression dépasse fréquemment les limites également très serrées du problème. Et si la pression est trop grande, les vaisseaux se rompent ici ou là; si elle est trop petite, le système de vaisseaux ne se remplit pas tout à fait. Il est donc raisonnable qu'on ait tâché de trouver une autre substance, exempte de cet inconvénient. En 1823, *Shaw*, en Angleterre, y substitua un mélange de minium, huile de lin et térébenthine, ce qui cependant se durcit très inégalement. En 1880, *M. Teichmann*, de Cracovie, fut plus heureux en se servant d'un mélange d'huile de lin et de craie, coloré pour les artères d'une poudre de vermillon et pour les veines d'une poudre d'ultramarin. Cette pâte supplanta sans doute la substance originale de *Swammerdam*. On la pétrit avec soin et on la conserve sous l'eau en forme de boules. Avant l'injection on la broie avec CS_2 et on en forme un fluide de la consistance du miel. Pour l'injection on se sert d'un injecteur où le piston est sollicité à l'aide d'une vis. Dans les vaisseaux la pâte se solidifie et par la vaporisation de CS_2 , et par la transmission des parties fluides à travers les parois à cause de la pression. L'auteur indique plusieurs améliorations du procédé, réalisées dans un appareil automatique qui permet de connaître à chaque instant la valeur de la pression et qui accélère le procédé de manière qu'il ne dure qu'un quart d'heure au lieu de plusieurs heures entières. — Rapport de la Commission chargée de rechercher le mode de construction d'une carte géologique pour les besoins pratiques de l'agriculture et de l'industrie. **P.-H. SCHOUTE.**

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 7 Janvier 1898.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — **MM. G. Jager et St. Meyer** poursuivent la détermination des coefficients de magnétisation des liquides; ils ont étudié, à ce point de vue, les sels de chrome et le chlorure ferreux. Le magnétisme atomique du chrome, calculé d'après le chlorure et le sulfate, est de 6.25×10^6 unités C.G.S.; il se place entre celui du nickel et du cobalt. Pour le fer, les auteurs avaient obtenu auparavant le même magnétisme atomique en partant des sels ferriques et du sulfate ferreux; mais, d'autres savants ont montré depuis que les sels ferreux ont une moindre susceptibilité magnétique que les sels ferriques. Avec le chlorure ferreux, on a trouvé que le magnétisme était à celui trouvé précédemment comme 3 est à 3. — **M. W. Müller-Erzbach** décrit une méthode exacte de mesure de la tension de vapeur dans la dissociation des cristaux hydratés; elle consiste à déterminer les changements de poids du cristal placé dans un espace fermé au-dessus d'une solution d'acide sulfurique. L'auteur démontre l'exactitude de la méthode par de nombreux essais faits avec le sel Glauber. — **M. M. Senkovski**, en réduisant l'acide cholique par l'acide iodhydrique et le phosphore à 100°, a obtenu un nouvel acide $\text{C}_{24}\text{H}_{40}\text{O}_2$ (acide chodylique) sous forme de masse jaune résineuse. Son anhydride se dissout dans les alcalis et donne des précipités avec les sels métalliques. L'auteur a encore préparé le nitrile et l'éther éthylique du nouvel acide.

Le Directeur-Gérant : **LOUIS OLIVIER.**

Paris. — **L. MARETHEUX**, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mécanique

Les conditions économiques de fonctionnement des moteurs à gaz. — La recherche des conditions dans lesquelles un moteur à gaz fonctionnera le plus économiquement possible est un problème d'une nature fort complexe; celui-ci est d'autant plus difficile à résoudre que les moteurs à gaz n'ont pas été, jusqu'à présent, comme les machines à vapeur, l'objet d'expériences nombreuses dues à des savants autorisés. Le grand intérêt pratique que présente cette question avait décidé une Société savante anglaise, l'*Institution of Mechanical Engineers*, à nommer, l'année dernière, un « Comité de recherches sur les moteurs à gaz ». Ce Comité vient de faire connaître les résultats de son activité dans un premier Rapport qui a été lu, par le professeur F.-W. Burstall, à la séance annuelle de la Société, le 11 de ce mois. Bien que ce Rapport ne constitue pas une solution complète de la question, il s'en dégage néanmoins d'utiles indications que nous croyons bon de signaler à nos lecteurs.

Le moteur qui a servi aux expériences a été construit par MM. Fielding et Platt, de Gloucester; d'une force nominale de deux chevaux, il pouvait développer un travail maximum de cinq chevaux. Ce moteur peut sembler un peu faible, mais le Comité avait reconnu qu'il était impossible de mesurer certaines quantités avec un moteur plus grand (par exemple, le volume d'air employé pour la combustion). Les facteurs dont l'influence a été étudiée au cours des expériences sont : la vitesse, le rapport de l'air au gaz, la valeur de la compression et la quantité de chaleur rayonnée par les parois du cylindre. Dix-sept épreuves ont été faites; le rendement mécanique du moteur a été, en moyenne, de 81 %. Voici un exemple d'expérience à pleine charge : le nombre des révolutions était de 197 par minute, la compression de 7 kil. 5 par centimètre carré; le rapport de la liberté du cylindre au volume entier était de 0,25 et le rapport du nombre d'explosions au maximum possible de 92 %. Dans ces circonstances, le moteur consommait par heure et par cheval produit 0 m. c. 35 de gaz et il développait une force de 5,10 chevaux-vapeur; le rendement thermique était de 21 %.

Voici les conclusions du rapporteur : les conditions d'économie dans le fonctionnement d'un moteur à gaz dépendent principalement du choix correct du rapport entre l'air et le gaz combustible. Pour les moteurs modernes, ce rapport doit être fixé à 10 environ. Dans le cas cité plus haut, cas où l'on a obtenu un rendement thermique de 21 %, le rapport en question était de 8,6; on aurait certainement obtenu un meilleur rendement si ce chiffre s'était rapproché de 10. Le rapport de l'air au gaz varie avec la compression; il augmente avec cette dernière, car des quantités plus faibles de gaz peuvent brûler complètement quand la pression est plus forte. Les expériences n'ont pas permis de déterminer la loi suivant laquelle cette variation a lieu; c'est sur ce point que devra se porter maintenant l'activité des chercheurs.

§ 2. — Physique

Télégraphie sans fil. — A la dernière séance de la *Société des Electriciens*, M. Branly a présenté quelques faits de conductibilité électrique, à propos des expériences de télégraphie sans fil (voir à ce sujet l'article de M. Lucien Poincaré dans la *Revue* du 30 janvier 1898). On place en circuit un tube rempli de limaille de fer, une pile et un galvanomètre. A l'état ordinaire, le tube offre une grande résistance. Mais si l'on fait marcher à distance un producteur d'ondes électriques, la conductibilité augmente rapidement. Ce tube peut donc être un récepteur des ondes électriques émises loin de lui.

Les Condensateurs industriels. — Dans cette même séance de la *Société internationale des Electriciens*, M. Boucherot a fait connaître les conclusions de ses études relatives aux condensateurs industriels et à leurs applications. Il a surtout trouvé que le papier paraffiné donne de bons résultats. Mais le condensateur ne doit pas chauffer; car sa résistance d'isolement s'abaisse alors très rapidement. Un condensateur à papier paraffiné présentait un isolement de 2,6 mégohms à 37°, de 700.000 ohms à 50° et de 100.000 ohms à 80°. Pour éviter que les condensateurs ne soient percés, il ne faut pas les faire fonctionner à une différence de potentiel supérieure à 800 volts.

Pour des fréquences de 40 à 50 périodes par seconde, on peut arriver à fabriquer des condensateurs à 3.000 volts à raison de 100 à 150 francs le kilowatt, et à 100 volts à raison de 50 à 75 francs.

Mais les condensateurs ne peuvent être utilisés industriellement que pour les faibles puissances. Un condensateur de 100 kilowatts coûterait près de 5.000 francs, alors qu'un alternateur de même puissance ne coûterait que 10.000 francs.

M. Boucherot a ensuite fait connaître les avantages des condensateurs pour les distributions à intensité constante. Aux bornes d'une différence de potentiel constante, on branche un circuit formé d'une bobine de self-induction et d'un condensateur.

On place en dérivation aux bornes soit de la bobine de self, soit du condensateur, un circuit d'appareils en tension, et l'intensité reste constante dans le circuit.

§ 3. — Chimie

Un minéral endothermique : la fergusonite. — La fergusonite est un minéral rare, découvert par Hartwall dans les massifs feldspathiques de la Norvège. Au point de vue chimique, ce corps est un niobate d'yttrium dans lequel le niobium peut être remplacé par un peu de tantale et l'yttrium par de l'erbium ou d'autres terres du même groupe; on y trouve, en outre, un peu d'oxydes de cérium, de titane, de zirconium, de fer, etc. Enfin, on sait que la fergusonite, chauffée vers 500 ou 600°, laisse échapper des gaz parmi lesquels prédomine l'hélium.

Les conditions de cette décomposition viennent d'être étudiées par deux chimistes anglais, MM. Ramsay et Travers, qui se sont trouvés en présence d'un phénomène des plus curieux. Au moment où le minéral perd de l'hélium, il devient subitement incandescent par suite du dégagement d'une certaine quantité de chaleur : cette quantité mesurée s'est trouvée égale à 800 calories pour 1 gramme de minéral. D'autre part, après refroidissement, la densité du minéral a diminué : elle est tombée de 5,619 à 5,375.

MM. Ramsay et Travers concluent de ces faits que la fergusonite est un composé endothermique de l'hélium. En effet, si, après le chauffage du minéral à 500-600°, la densité croissait au lieu de diminuer, le dégagement de chaleur pourrait être attribué à une polymérisation. Au contraire, un dégagement de chaleur accompagné d'une diminution de densité indique une perte d'énergie due au départ de l'hélium ; la formation du composé a donc eu lieu avec absorption d'énergie et ce composé est endothermique. Cette interprétation s'accorde bien avec ce que nous pouvons savoir de l'origine de la fergusonite. Celle-ci s'est formée à l'intérieur de notre globe, dans des conditions de température et de pression bien suffisantes pour créer des corps endothermiques ; puis elle a été rejetée à la surface avec les énormes coulées feldspathiques dans lesquelles nous la retrouvons actuellement.

§ 4. — Géographie et Colonisation

Les produits de nos Colonies à l'Exposition de 1900. — Les trop rares Français qui s'occupent de nos colonies avaient envisagé l'Exposition de 1900 comme devant être une révélation, aux yeux de la nation, des ressources variées que nos possessions offrent à notre commerce et à notre industrie.

On savait que nous sommes, pour bon nombre de matières premières, tributaires des marchés de Londres et d'Anvers, intermédiaires obligés et onéreux, et, en outre, que ces matières proviennent de colonies étrangères. Nos conquêtes coloniales si discutées ne nous ont-elles donc valu que des territoires déserts ou stériles ? C'était à l'Administration coloniale à nous fournir des renseignements sur les ressources de notre nouveau domaine. C'est ce qu'on tenta de faire MM. Félix Faure, Etienne, Delcas-é. Leur initiative a disparu avec eux.

Le réveil colonial avait donc amené nos commer-

cants à penser que l'occasion était bonne de montrer aux masses, avec tous les renseignements écrits ou verbaux, l'ensemble des produits de provenance coloniale française. Ce devait être une leçon de choses, un tableau vivant, parlant, un essai profitant d'une immense publicité. Le Commissaire général de l'Exposition coloniale, M. Dislère, l'avait bien compris et, sous son inspiration, le Ministre des Colonies recommanda aux gouverneurs de montrer tout le parti qu'on peut tirer de nos propres ressources agricoles, industrielles et commerciales.

« Il y a lieu, écrivait le Ministre, le 30 septembre 1897, de faire acheter dans nos colonies les produits que la France demande à l'étranger, et de faire acheter en France les produits que nos colonies demandent à l'étranger. Il faut donc montrer au public les produits bruts ou travaillés qu'elles peuvent nous fournir en abondance. Aux échantillons, l'on joindra une carte et une fiche de renseignements, des graphiques ».

Une Délégation coloniale a exposé (le 5 novembre) au Ministre du Commerce, qu'il est nécessaire de donner une place prépondérante « aux produits et matières à importer de nos colonies en France ».

La Chambre de Commerce de Paris s'est préoccupée également « des matières premières que la France peut tirer de ses propres possessions ».

Mais, lorsque la classification générale fut remise aux Comités d'admission, le groupe colonial (XVII) remarqua que la classe 115 avait à s'occuper des « produits français à exporter aux colonies », mais qu'il n'était pas question des « produits des colonies à importer en France ».

Le Directeur général de l'exploitation, consulté, répondit que ces produits seraient répartis soit avec les produits métropolitains, soit avec les objets installés dans les palais coloniaux, soit sous forme d'échantillons avec les produits exportés de France. C'est, en effet, avec les produits similaires métropolitains qu'on a classé les matières spéciales à nos colonies ; ainsi, les riz de la Cochinchine, la canne à sucre des Antilles, le café de Nouméa, sont avec le blé de la Beauce (classe 39) ; le thé de l'Annam, la cannelle du Laos, sont avec le sel marin et les bonbons en sucre (cl. 59). Donc, il faudra aller chercher les produits coloniaux dans cent classes diverses françaises ou dans chaque envoi des colonies. Nous désirions, au contraire, les voir présentés en un ensemble cohérent et sous une forme saisissante, afin d'épargner au visiteur les longues recherches qu'il ne saurait s'imposer et lui permettre de se faire rapidement une idée très nette de la nature et de la valeur respective de chacune de nos richesses coloniales.

Nous voulons éviter les erreurs précédemment relevées, qui ont fait classer les étoffes de soie et les crêpons d'Annam avec les tulles et dentelles, les brûle-parfums et les bronzes ouivrés du Tonkin avec les appareils français de fumisterie.

La France ne produit pas de thé. Si les thés de l'Annam sont classés avec les fruits confits, qui ira les chercher dans cette classe ? Comment les comparer avec les thés de l'Assam et de Ceylan, qui seront dans le groupe des Indes, et avec les thés de Chine, qui seront dans le Palais Chinois ? Ces thés de l'Annam valent pourtant la peine qu'on les connaisse et qu'on les propage. D'importants établissements de préparation par les procédés indiens et chinois ont été fondés dans le pays. Ces thés, analysés à Anvers, Bruxelles, Lausanne, Paris, se sont montrés les plus riches en théine. On les a reconnus de meilleure qualité que les thés de Chine et de l'Inde, parce que leurs feuilles ne sont pas brisées. Leur arôme est pur et leur prix bien inférieur. Voilà donc un produit d'une colonie française appelé à remplacer les similaires étrangers. L'Annam en fournit déjà à Madagascar. Et le café de Calédonie ? Comment le comparer au café de Java, ou de Bourbon, ou de l'Ethiopie, ou de Malacca, s'il est disséminé dans une classe française, alors que la France n'en produit pas ?

Les Comités des classes H3 et H5 se sont émus de cet état de choses. Les Présidents des deux Comités ont adressé ces jours derniers un Rapport au Directeur général de l'Exploitation, à la suite des vœux émis par les membres de ces deux classes.

La Commission extra-parlementaire chargée d'assurer l'emplacement nécessaire à l'Exposition coloniale n'a pas encore terminé ses travaux. Il est à craindre qu'elle n'aboutisse pas.

Une visite de la Commission au Trocadéro a péremptoirement démontré qu'il n'y avait d'espace que pour une seule de nos colonies. C'est un fait matériel, mathématique. Rejeter les autres colonies à Javel ou aux fortifications, au milieu des bastions et des cheminées d'usine, c'est scinder, décapiter une Exposition qui exige absolument le groupement. En présence d'une telle situation, les architectes attendent, les ingénieurs attendent, les colons attendent, les étrangers attendent, et nous restons dans l'inconnu, alors que 22 mois seulement nous séparent d'une date fixe et irrévocable!

Comment les produits de Tahiti, des Marquises, des autres possessions desservies une fois par mois par des *poiliers* étrangers, transitant par San-Francisco ou par les deux Caps, pourront-ils nous parvenir?

La plupart des Expositions perdent leur attrait et causent une perte aux exposants lorsqu'elles ne sont pas complètement prêtes au jour officiellement fixé pour l'ouverture. En cette matière, l'exactitude est le devoir et la politesse du peuple souverain qui invite chez lui les autres souverains et les autres nations.

Donc, il est temps d'agir et de se mettre à l'œuvre en doublant les étapes. Pour cela, il est urgent que la Commission parlementaire d'emplacement aboutisse; qu'on forme une section pour les produits à importer de nos colonies en France; qu'on assigne à chacun son terrain et sa place, et que, de l'inconnu actuel, nous marchions rapidement vers le connu. C'est la première condition du succès.

Ch. Lemire,

Ancien Résident de France
en Indo-Chine.

Le Voyage d'étude de la « Revue » en Grèce, au mont Athos et à Constantinople : Livres à lire. — Pour faciliter aux personnes inscrites à notre croisière de Pâques la préparation scientifique de ce voyage, nous avons dressé une bibliographie des ouvrages les plus importants sur la Grèce, le mont Athos, la Turquie et Constantinople. Nous n'avons pas la prétention de présenter à nos lecteurs un travail absolument complet. Nous avons même éliminé de cette liste bien des livres qui nous ont paru un peu spéciaux, et nous n'avons indiqué qu'un très petit nombre d'ouvrages en langue étrangère et, seulement, quand ils nous semblaient d'un intérêt très particulier.

Parmit ces travaux très divers, chacun pourra choisir selon ses goûts, selon ses études personnelles. Nous avons voulu, simplement, rendre aux voyageurs ce petit service de leur épargner des recherches bibliographiques toujours assez longues et, pour beaucoup, très malaisées, sinon impossibles.

Nous mettrons à bord, à la disposition des touristes, ceux de ces ouvrages qu'il sera particulièrement intéressant de consulter au cours de la croisière.

I. — GRÈCE ANCIENNE.

§ 1. — Géographie et Histoire.

E. RECLUS. — Nouvelle Géographie universelle. T. 1^{er} : l'Europe méridionale. Paris (Hachette), 1876.

V. DURUY. — Histoire des Grecs, depuis les temps les plus reculés jusqu'à la réduction de la Grèce en province romaine. *Ibid.*, 1886-1888. 3 vol., 75 fr.

E. CÉRTUS. — Histoire grecque, trad. par Bouché-Leclercq. Paris (Leroux), 1880-1883. 5 vol. in-8°, 37 fr. 50.

LAUVISSE et RAMBAUD. — Histoire générale, t. I et II.
L. BENLÉW. — La Grèce avant les Grecs. Etude linguistique et ethnographique : Pélasges, Lélèges, Sémites et Ioniens. Paris (Maisonneuve), 1877, in-8°, DÉM. BIKÉLAS. — Les Grecs au Moyen Âge. Etude historique, trad. par Em. Legrand. Paris (Maisonneuve), 1878, in-12, 2 fr. 50.

P. MONCEAUX. — La Grèce. Paris (*Manuels de l'Enseignement des Beaux-Arts*, Quantin), 1892, in-8°, 3 fr. 50.

§ 2. — Beaux-Arts et Archéologie.

H. TAINE. — Philosophie de l'Art en Grèce. Paris (Germer-Baillière), 1869, in-12, 2 fr. 50.

G. PERROT et CHÉPIEZ. — Histoire de l'Art dans l'Antiquité. T. VI : la Grèce primitive (Mycènes, Tirynthe, Troie). Paris (Hachette), 1894, gr. in-8°.

M. COLLIGNON. — Histoire de la Sculpture grecque. Paris (Didot), 1892-1897, 2 vol. in-4°, 60 fr.

PARIS. — La Sculpture antique. Paris (*Manuels de l'Enseignement des Beaux-Arts*, Quantin), in-8°, 3 fr. 50.

M. COLLIGNON. — L'Archéologie grecque. Paris (*Manuel de l'Enseignement des Beaux-Arts*, Quantin), in-8°.

CH. DIEHL. — Excursions archéologiques en Grèce (Mycènes, Délos, Athènes, Olympie, Eleusis, Epidaurie, Dodone, Tirynthe, Tanagra). Paris (Colin), 1890, in-12, 4 fr.

LALOUX. — L'Architecture grecque. Paris (*Manuels de l'Enseignement des Beaux-Arts*, Quantin), in-8°.

EM. BOUTMY. — Philosophie de l'architecture en Grèce. Paris (Germer-Baillière), 1870, in-12, 2 fr. 50.

E. CHANTRE. — L'âge de la Pierre et l'âge du Bronze en Troade et en Grèce. Lyon (Georg), 1875, in-8°, 2 fr.

RAYET et COLLIGNON. — Histoire de la Céramique grecque. Paris (Delaunay), 1888.

POTTIER. — Les Textes cuites dans l'Antiquité (Hachette).

A. CARTAULT. — Terres cuites grecques, photographiées d'après les originaux des collections privées de France et des musées d'Athènes. Paris (Colin), 1891, in-4°, 2 fr. 50.

A. BLANCHET. — Les Monnaies grecques. Paris (Leroux), 1894, in-18, 3 fr. 50.

§ 3. — Sciences naturelles et médicales.

ARISTOTE. — Histoire des Animaux, traduction de Barthélemy Saint-Hilaire, 3 vol. in-8°. Paris (Hachette), 1883, 30 fr.

D^r A. VERCOUTRE. — La Médecine publique dans l'Antiquité grecque. Extrait de la *Revue Archéologique*, Paris, 1880, in-8°, 5 fr.

D^r C. TSINTSIROPOULOS. — La Médecine grecque depuis Asclépiade jusqu'à Galien. Paris (Baillière), 1891, in-8°, 4 fr.

D^r A. CORLIEU. — Les Médecins grecs depuis la mort de Galien jusqu'à la chute de l'Empire d'Orient (210-1453). Paris (Baillière), 1885, in-8°, 5 fr.

D^r AD. BURGGRÈVE. — Etudes sur Hippocrate : La méthode dosimétrique. Paris (Carré), 1893, in-8°.

§ 4. — Droit ancien.

R. DARESTE. — La Science du droit en Grèce (Platon, Aristote, Théophraste). Paris (Larousse et Forcel), 1893, in-8°, 18 fr.

§ 5. — Monographies de villes anciennes.

1. Delphes.

HOMOLLE. — Rapports sur les fouilles de Delphes. (*Comptes rendus de l'Académie des Inscriptions*, 1892-1896.)

P. MONCEAUX. — Les Fouilles de Delphes. (*Revue Bleue*, 1894.)

2. Olympie.

LALOUX et MONCEAUX. — Restauration d'Olympie. Paris (Quantin), 1889, 100 fr.

3. Délos.

HOMOLLE. — Les Travaux de l'Ecole française dans l'île de Délos. Paris (Confér. de l'Exposition), 1889.

DÉLOS. — Articles divers dans le *Bulletin de Correspondance hellénique*, 1878-1896.

TH. HOMOLLE. — Les Archives de l'intendance sacrée à Délos (315-166 av. J.-C.). Paris (Thorin), 1887, in-8°, 3 fr. 50.

1. Athènes.

E. CURTIUS. — Die Stadtgeschichte von Athen. Berlin, 1891.

E. BEULÉ. — L'Acropole d'Athènes. Paris (Didot), 1854, 2 vol. in-8°, 20 fr.

EMILE BURNOUF. — La Ville et l'Acropole d'Athènes aux diverses époques (Maisonnieuve), 1877, in-8°, 10 fr.

A. BÖTTICHER. — Die Akropolis von Athen. Berlin, 1878.

KAVVADIAS. — Catalogue des Musées d'Athènes. Athènes, 1895.

SCHLIEMANN. — Catalogue des Trésors de Mycènes au Musée d'Athènes, 1882.

A. DE RIDDER. — Catalogue des Bronzes de la Société archéologique d'Athènes. Paris (Thorin), 1894, gr. in-8°, 8 fr.

3. Mycènes et Tirynthe.

H. SCHLIEMANN. — Mycènes. Récit des recherches et découvertes faites à Mycènes et à Tirynthe. Paris (Hachette), 1879, gr. in-8°, 25 fr.

H. SCHLIEMANN. — Tirynthe. Le palais préhistorique des rois de Tirynthe. Paris (Reinwald), 1885, gr. in-8°, 32 fr.

6. Troie.

H. SCHLIEMANN. — Ilios, ville et pays des Troyens. Paris (F. Didot), 1885, gr. in-8°, 30 fr.

SCHUCHARDT. — Schliemann's Ausgrabungen. Leipzig, 1891.

II. — GRÈCE MODERNE.

E. SUËSS. — La Face de la Terre (édit. française). Tome I, chap. V et VIII. Paris (A. Colin et Cie), 1897.

R. LEPSIUS. — Geologie von Attika. 4 vol. in-4° de 196 pages avec cartes et planches. Berlin, 1893.

PHILIPPSON. — Der Peloponnes. Versuch einer Landeskunde auf geologischer Grundlage. In-8°. Berlin, 1892.

A. DE LAPPARENT. — La structure et l'histoire des Balkans, d'après Toulia. *Rev. gén. des Sci.*, 15 juin 1896.

FOUQUÉ. — Les anciens volcans de la Grèce. *Rev. des Deux Mondes* du 15 janvier 1867. — Santorin et ses éruptions. In-4°. Paris (Masson), 1879.

A. GAUDRY. — Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. 4 vol. et 1 atlas. Paris (Savy), 1862.

EDMOND ABOUT. — La Grèce contemporaine (1854). Paris (Hachette), 1880, in-12, 4 fr.

G. DESCHAMPS. — La Grèce d'aujourd'hui. Paris (Colin), 1892, in-12, 3 fr. 50.

LOUIS DE LAUNAY. — La Géologie et les Mines de la région de l'Archipel. *Annales des Mines* de février 1898.

CHAMBRE DE COMMERCE FRANÇAISE D'ATHÈNES-PIRÉE. — *Bulletin* de 1897.

Guide JOANNE. — Grèce, 1° Athènes et ses environs, 2° Grèce contin. et îles. Paris (Hachette), 1891-1896, 12 et 30 fr.

BEDECKER. — Grèce (en allemand ou anglais). Leipzig, 1894.

S. REINACH. — Conseils aux voyageurs archéologues en Grèce et dans l'Orient hellénique. Paris (Leroux), 1887, in-12, 2 fr. 50.

G. SPIRIDIS. — Langue grecque actuelle ou moderne. Paris (Flammarion), 1894, in-8°, 10 fr.

III. — EMPIRE OTTOMAN.

§ 1. — Archéologie et Histoire.

BAYET. — L'Art byzantin. Paris (Bibliothèque de l'Enseignement des Beaux-Arts, Quantin), in-8°.

F. SCHLUMBERGER. — Mélanges d'Archéologie byzantine. Paris (Leroux), 1895, in-8°, 16 fr.

HERTZBERG. — Geschichte der Byzantiner und des Osmanischen Reiches. Berlin, 1884.

SCHLUMBERGER. — Nicéphore Phocas. Paris (Didot), 1890.

SCHLUMBERGER. — L'épopée byzantine. Paris (Hachette), 1890, 30 fr.

§ 2. — Histoire, état actuel, langue.

DE LA JONQUIÈRE. — Histoire de l'Empire Ottoman (Hachette), 1881, 6 fr.

V. BÉRARD. — La Turquie et l'hellénisme contemporain. Paris (Alcan), 1893, in-8°, 3 fr. 50.

DEMETRIUS GEORGIADIS. — La Turquie actuelle. Les peuples affranchis du joug ottoman et les intérêts français en Orient. Paris (C. Lévy), 1892, in-8°, 7 fr. 50.

J.-B. LUNDQUIST. — Le Turc appris facilement et en peu de temps. Paris (Bahl), 1894, in-32, 2 fr. 50.

L. DE LAUNAY. — Les Grecs de Turquie. Paris (Cornély), 1897.

CHAMBRE DE COMMERCE FRANÇAISE DE CONSTANTINOPLE. — Bulletins mensuels : du 30 juillet 1897, consacré à la *Houille*; du 30 Août 1897, consacré à l'*Alcool*; du 30 Septembre 1897, consacré au *Blé*; du 30 Octobre 1897, consacré au *Pétrole*; du 30 Novembre 1897, consacré aux *Armes*.

§ 3. — Monographies de régions et de villes.

1. Mont Athos.

L'abbé A.-ST. NEYRAT. — L'Athos. Excursion à la presqu'île et à la montagne des Moines. 1880, in-12, 4 fr. 50.

L'abbé L. DUCHESNE et CH. RAYET. — Mémoire sur une Mission au Mont Athos. Paris, 1877, gr. in-8°, 8 fr.

EM. MILLER. — Le Mont Athos, Valopédi et l'île de Thasos. Paris (Leroux), 1889, gr. in-8°, 10 fr.

Comte de NADAILLAC. — Le Mont Athos, *Tour du Monde*, juillet-août 1896. Paris (Hachette).

DE VOGÜÉ. — Syrie, Palestine et Mont Athos (Plon).

BROCKHAUS. — Die Kunst in den Athos-Kloster. Leipzig, 1891.

PH. MEYER. — Die Haupturkunden für die Geschichte der Athosklöster. Leipzig, 1894.

2. Constantinople.

JOUBIN. — Catalogue du Musée impérial de Constantinople, 1893.

PULCHER. — Anciennes églises byzantines.

LABARTE. — Le palais impérial de Constantinople, Sainte-Sophie, le Forum, l'Hippodrome. Paris (Détroit), 1861.

G. SCHLUMBERGER. — Les îles des Princes. — Le Palais et l'Eglise des Blachernes. — La grande Muraille de Byzance. Paris (Lévy), 1884, in-12, 3 fr. 50.

SALZENBERG. — Alt-christliche Baudenkmäler in Constantinople. Berlin, 1894.

P. LOTI. — Constantinople (Extrait des *Capitales du Monde*). Paris (Hachette).

TH. GAUTIER. — Constantinople. Paris (C. Lévy), 1877, in-12, 3 fr. 50.

E. DE AMICIS. — Constantinople. Paris (Hachette), 1878, in-12, 3 fr. 50.

Guide JOANNE. — De Paris à Constantinople. Paris (Hachette), 1896.

3. — Brousse.

PIERRE LOTI. — La Mosquée verte. A la fin du vol. intitulé *La Galatie*. Paris (C. Lévy), 1896, 3 fr. 50.

PARVILLÉ. — Architecture et décoration turque au x^e siècle. Paris (V^e A. Morel), 1874, 120 fr.

TEXIER. — Description de l'Asie-Mineure (Brousse), 500 fr.

LES MAMMIFÈRES CRÉTACÉS DE LA PATAGONIE

Les premières études sur les anciens Mammifères ne datent pas d'un siècle. On jugera de l'importance des travaux qui ont suivi celui de Cuvier (*Recherches sur les ossements fossiles*, 1812), lorsqu'on saura que les paléontologistes ont décrit près de 3.500 espèces de Mammifères fossiles, alors que le nombre des espèces de Mammifères vivants n'est que de 2.500 environ. Et le chiffre des formes anciennes exhumées croît tous les jours.

C'est en France qu'on a d'abord découvert les premières et les plus curieuses faunes de Mammifères fossiles. Cuvier, de Blainville, Gervais, Gandry, Filhol, etc., ont contribué, pour une large part, à faire connaître les êtres qui avaient jadis peuplé notre pays. En divers points de l'Europe, en Angleterre, en Italie, en Allemagne, en Suisse, en Grèce, etc., de nombreuses fouilles ont ramené au jour des restes d'animaux éteints, bien différents de ceux d'aujourd'hui. Les recherches des paléontologistes ont été poursuivies en dehors de l'Europe : dans le sud de l'Afrique, par Owen et Seely; en Algérie, par Pomel; dans les Siwaliks, au sud de l'Himalaya, par Falconer, Cautley, Lydekker. Puis, à mesure que la civilisation et la science progressent, les découvertes deviennent plus nombreuses; les savants se passionnent pour l'étude des mondes anciens, et peu à peu s'établit et se précise la façon dont s'est faite l'évolution du monde animé, et l'on commence à saisir les lois qui dominent cette prodigieuse évolution. L'Amérique suit l'exemple donné par les autres nations. Aux Etats-Unis, Leidy, Cope, Marsh, Osborn et Scott organisent de véritables expéditions scientifiques et nous apprennent que leur pays a été peuplé, à diverses époques de l'ère tertiaire, par des Mammifères très spéciaux, dont certains n'ont que de lointains rapports avec ceux de l'ancien continent.

Des découvertes analogues ont lieu au Chili, puis dans la République Argentine, où Burmeister et Gervais font connaître des formes étranges de Mammifères fossiles. Mais c'est principalement dans ces dix dernières années que, grâce aux recherches de Moreno, Mercera, Lydekker et surtout des frères Ameghino, nos connaissances se sont considérablement augmentées sur les faunes merveilleuses qui avaient jadis vécu en Patagonie.

C'est de ces dernières découvertes dont je désirerais entretenir les lecteurs de la *Revue*, car les questions qui ont été soulevées, à ce sujet, sont nombreuses et paraissent apporter des changements importants aux idées relatives à l'évolution des différents groupes de Mammifères et aux

modifications éprouvées par divers organes, notamment les dents et les membres, depuis la fin des temps crétacés jusqu'à nos jours.

Il est bon de dire, en effet, que l'étude des faunes crétacées de l'Amérique du Nord (couches de Laramie) n'avait pas réalisé les espérances que l'on attendait sur l'évolution des Mammifères. Deux groupes seulement étaient représentés (les *Multituberculata* et les *Pantotheria*) par de petites formes, qui ne pouvaient raisonnablement être considérées comme les ancêtres des faunes si riches, si variées et si spécialisées des Mammifères tertiaires. Il manquait un stade intermédiaire. Ce stade semble en partie connu aujourd'hui, grâce aux découvertes des deux frères Carlos et Florentino Ameghino, car nous devons associer le géologue au paléontologiste. Et il faut louer d'autant plus ces deux savants, sans fortune, nous dit-on, que depuis quinze ans, malgré les amertumes dont on les a abreuvés, ils ont poursuivi leurs recherches avec une ténacité et une passion incroyables.

Le paléontologiste Fl. Ameghino a publié de très importants travaux sur les faunes tertiaires de l'Argentine, travaux un peu hâtifs, que des paléontologistes ont critiqués bien sévèrement en faisant intervenir dans la question la personnalité de M. Ameghino, ce qui ne devrait jamais avoir lieu en science. On a reproché aussi au savant paléontologiste argentin de créer trop de genres et trop d'espèces. C'est là, sans doute, le principal reproche que l'on peut faire à ses travaux, mais c'est malheureusement une mode presque générale en sciences naturelles. Nous devons surtout tenir compte de la somme des connaissances, du plus haut intérêt, dont il a enrichi la science et admirer la noble passion de l'homme et les travaux remarquables du savant.

I. — APERÇU SUR LA GÉOLOGIE DE LA PATAGONIE.

Jusqu'à ces dernières années on n'était pas bien fixé sur la succession des assises et des faunes tertiaires de la Patagonie. Les premiers géologues qui les avaient étudiées confondaient les fossiles des différents étages et pensaient que la constitution géologique de ce pays était très simple, puisqu'on croyait que du détroit de Magellan au Rio Colorado et de l'Atlantique au pied de la chaîne des Andes, le sol était constitué par la formation marine patagonienne, sur l'âge de laquelle on émettait les opinions les plus variées. Cette uniformité était seulement interrompue, à certains inter-

valles, par de grandes coulées de basalte affleurant parfois à la surface et qui, d'autres fois, étaient cachées par les dépôts sédimentaires. Les résultats des campagnes de Carlos Ameghino qui, depuis 1887, a consacré tout son temps à l'exploration géologique et paléontologique de ce pays, ont complètement changé cette manière de voir. Ces explorations ont révélé l'existence, à l'extrémité méridionale de l'Amérique du Sud, de faunes éteintes très curieuses et très variées. Elles ont démontré également que le territoire de la Patagonie n'a pas une constitution géologique uniforme, car il comprend des formations marines, fluviatiles et terrestres, appartenant à toutes les époques qui s'étendent, au moins à partir du Crétacé, jusqu'à nos jours. L'étude de cet ensemble d'assises était rendue difficile par les différences des faunes terrestres et marines de ce pays avec celles de l'Amérique du Nord et de l'ancien continent. Carlos Ameghino ayant soigneusement recueilli les fossiles marins appartenant aux divers étages géologiques, dont la superposition n'était pas douteuse, en a confié l'étude à M. Jhering, directeur du musée de St-Paulo. Cette étude, venant s'ajouter à celle de Fl. Ameghino sur les Vertébrés, nous permet d'être à peu près fixés sur la succession des assises et des faunes du Crétacé supérieur et du Tertiaire. Nous ne parlerons ici avec détails que du Crétacé.

1. La formation la plus inférieure dans laquelle, jusqu'à présent, on n'a pas trouvé de fossiles est la formation des *grès bigarrés*, d'âge indéterminé, peut-être jurassique, peut-être crétacé inférieur.

2. Au-dessus repose la formation *guanienne*, qui s'étend, en stratification concordante, sur les grès bigarrés, d'un bout à l'autre de la Patagonie, avec une épaisseur variant de 50 à 100 mètres. Elle comprend des grès rouges, parfois jaunâtres, remplis, par places, de bois silicifié, avec intercalation de couches argileuses. Certaines portions sont fossilifères, d'autres sont complètement stériles. Plusieurs assises gréseuses de cette formation renferment une grande quantité d'ossements appartenant à des Dinosauriens gigantesques. On aurait trouvé là les débris des plus colossales espèces ayant habité le globe (*Atlantosaurus*, *Argyrosaurus*). Les couches argileuses, au contraire, renferment de nombreux restes de Mammifères, d'Oiseaux géants et de Tortues. Ces dernières couches ont reçu de M. Fl. Ameghino le nom de *Couches à Pyrotherium*, en raison de la prédominance de formes très spéciales, que nous étudierons plus loin, appelées *Pyrotherium*. En plusieurs points, on aurait (et le fait est très important) constaté l'association de Dinosauriens et de Mammifères; — et même sur les rives inférieures du Rio Desaedo, les couches à *Pyrotherium* se montreraient à la base

de la formation guanienne et reposeraient directement, en stratification concordante, sur les grès bigarrés.

Les couches marines dans lesquelles sont intercalées les assises à *Pyrotherium* sont caractérisées par l'*Ostrea Pyrotherium*, huître qui diffère beaucoup de celles qui ont été trouvées dans les formations plus récentes. Avec cette huître, on a recueilli des ossements de Poissons, que M. Smith Woodward rapporte également à des formes du Crétacé.

Il paraît donc établi que les couches à *Pyrotherium*, que nous allons étudier et qui sont très riches en Mammifères, appartiennent au Crétacé supérieur.

La faune mammalogique offre d'ailleurs un cachet archaïque qui plaide en faveur de cette manière de voir. Elle se placerait sensiblement au niveau (peut-être un peu au-dessous) de celle de Laramie, aux Etats-Unis; mais, tandis que celle-ci ne renferme que des débris de petits Mammifères peu élevés en organisation (Marsupiaux), les couches à *Pyrotherium* vont nous offrir une variété de formes étonnante.

Je signale pour mémoire la série des formations qui, d'après M. Ameghino, reposent sur la formation guanienne.

3. F. Patagonienne . . . *Eocène inférieur et moyen*.
Formation marine à *Ostrea Pererossa*.
4. F. Santacruzienne . . . *Eocène supérieur*.
Marine à la base (à *Ostrea patagonica*) et d'eau douce au sommet. Faune très riche de Mammifères.
5. F. Entrerrienne . . . *Oligocène inférieur*.
Seraît presque exclusivement marine. Formations volcaniques sous-marines. Quelques Mammifères à la fin de la période.
6. F. Tehuelche . . . *Miocène inférieur*.
Couvre une grande partie des plateaux de la Patagonie : c'est la « Boulder formation » dont l'origine est peu connue.
7. F. Arancanienne . . . *Miocène moyen et supérieur*.
Formation surtout lacustre. Nombreux Mammifères (*Typotheria*).
8. F. Pampéenne . . . *Pliocène*.
Série de couches d'eau douce, fluviatiles et terrestres. Nombreux Édentés (*Megatherium*, *Glyptodon*, etc.).
9. F. Post-Pampéenne . . . *Quaternaire*.
Série marine et série lacustre.

II. — LA FAUNE DES COUCHES A PYROTHERIUM

En 1888, M. Fl. Ameghino signalait l'existence, dans la Patagonie septentrionale, de Mammifères particuliers ayant des rapports avec le *Dinotherium*, Mammifères qui furent désignés sous le nom de *Pyrotherium*. A la suite de plusieurs voyages dans cette contrée sauvage, très accidentée et presque inhabitée, où l'on est obligé de transporter l'eau potable pendant des semaines à dos de mulet, M. Carlos Ameghino a pu avoir des données précises sur la nature géologique des couches à *Pyrotherium* et recueillir de nombreux ossements qui

ont été étudiés par son frère. Ces ossements se rapportent à des Oiseaux géants et à de nombreux et grands Mammifères que M. Fl. Ameghino considère comme la souche des Mammifères tertiaires.

Cette faune mammalogique est la plus ancienne que l'on connaisse dans l'Amérique du Sud et nous avons dit plus haut combien elle différerait de celle de Laramie.

Le nombre des espèces actuellement connues est de 115. Elles se groupent en 18 sous-ordres formant 30 familles et près de 70 genres différents. Un des caractères les plus saillants de cette faune est la prédominance des Ongulés, qui constituent à eux seuls les trois quarts des espèces et se distribuent dans des groupes très curieux, à affinités multiples, ce qui en rend l'étude fort difficile, presque exclusifs à la Patagonie.

Par contre les Edentés, qui, plus tard, jouent un si grand rôle dans les formations tertiaires de l'Amérique du Sud, sont à peine représentés dans le Crétacé.

Tous les Ongulés, comme nous le verrons plus loin, semblent converger vers un type unique, plantigrade et pentadactyle, dont la dentition serait complète et peu spécialisée.

On a donc de bonnes raisons de penser que l'on est là près de la souche commune d'où ils sont sortis et l'on peut prévoir que les Ongulés primitifs se trouveront dans des couches un peu plus anciennes, et qu'il sera très difficile de tracer des limites entre les différents groupes qui constituent cet ordre important. Les Onguiculés, comme les Ongulés, convergent vers un tronc commun, et les Primates, qui existent déjà à cette époque, sont alliés aux Lémuriens et se relient aussi aux Ongulés.

Aux points de vue évolutif et phylogénique les découvertes de M. Ameghino ont donc une importance considérable. Nous allons étudier dans leurs grandes lignes les résultats qui ont été obtenus.

§ 1. — Marsupiaux.

Les Marsupiaux sont peu nombreux dans le Crétacé de l'Argentine; c'est le contraire que l'on observe dans la faune suivante ou faune santacruzienne.

On sait que les Marsupiaux se divisent en deux grands sous-ordres : les *Polyprotodontes* et les *Diprotodontes*. Les premiers, qui possèdent une dentition complète et deux à quatre paires d'incisives à chaque mâchoire, ont pour type les Sarigues (*Didelphys*) d'Amérique et les genres fossiles bien connus : *Amphitherium* et *Phascolotherium* du Stonesfield d'Angleterre.

Les Diprotodontes ont reçu ce nom en ce qu'ils ne possèdent qu'une paire d'incisives à chaque

mâchoire, comme les Rongeurs; ils sont plus récents que les Polyprotodontes. M. Ameghino les a subdivisés en deux groupes : les *Hypsiorynoides* les *Plagiolacids*. Le représentant le plus connu des premiers est le Kangourou-rat. Ils vivent encore exclusivement en Australie et sont caractérisés par leurs membres postérieurs plus longs et plus forts que les antérieurs, toujours syndactyles et par leurs molaires quadrangulaires ou quadrilobées. Ils semblent avoir pour ancêtres un *Plagiolacide*.

Les Plagiolacids ont leurs quatre membres égaux, ou presque égaux; les postérieurs ne sont jamais syndactyles; la quatrième molaire est toujours la plus grande et elle est souvent hypertrophiée. Les Plagiolacids sont presque tous éteints. M. Ameghino fait rentrer dans ce groupe les *Multituberculata*, dont Cope avait fait un ordre à part, mais qui offri-

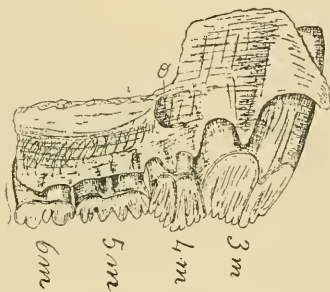


Fig. 1. — Portion de maxillaire supérieure de *Polydolops Thomasi* Amegh., vu par le côté externe. — La 3^e prémolaire (3m) et la 1^{re} molaire (4m) rappellent les dents de *Plagiolax*. 5m-7m, autres molaires (gross. 3 fois).

raient toutes les transitions avec les *Paucituberculata*, nom créé par M. Ameghino pour des Marsupiaux assez étranges de la formation santacruzienne; M. Oldfield Thomas aurait trouvé, paraît-il, un représentant vivant de ce dernier groupe.

Ces explications étaient nécessaires pour l'intelligence des récents travaux relatifs à la paléontologie des Marsupiaux. Il est fort probable d'ailleurs que la classification dont nous venons de parler n'est pas définitive.

Les *Multituberculata* sont caractérisés par les deuxième et troisième molaires, dont les couronnes sont toujours constituées par un grand nombre de tubercules, disposés en deux ou trois rangées; leur quatrième molaire inférieure est toujours absente. Ces Marsupiaux (fig. 1) sont représentés dans le Crétacé argentin par deux nouveaux genres.

Les *Paucituberculata* ne sont connus dans le Crétacé que par un seul genre : le genre *Epanorthus*. Ils se distinguent des *Multituberculata* par leur quatrième molaire inférieure, toujours présente

et leurs deuxième et troisième molaires quadrangulaires à 4-7 tubercules disposés en 2-3 rangées.

Pour M. Ameghino les Paucituberculata seraient la souche des Multituberculata et des Diprotodontes d'Australie.

§ 2. — Sparassodontes.

Le groupe des Sparassodontes a été créé par M. Ameghino, en 1893, pour un certain nombre de formes de l'Eocène de la Patagonie, ayant des rapports assez étroits avec les Carnassiers placentaires, les Créodontes et les Marsupiaux carnivores.

Ils offrent un grand développement à l'époque Eocène, mais on les rencontre déjà durant le Crétacé, où ils sont représentés par les deux genres *Pharsophorus* (fig. 2) et *Proborhyaena*. Ces animaux étaient des Carnivores redoutables, qui se plaçaient, par leur taille, près des grands Ours de notre époque. Leur canine inférieure a 3 centimètres de diamètre chez certaines formes; leurs incisives sont petites et les prémolaires et les molaires augmentent de grandeur de la première à la dernière; elles sont pointues et comprimées latéralement, à la manière de celles des Carnassiers et les molaires possèdent parfois un talon.

Le crâne est allongé, horizontal à sa partie supérieure et présente une crête sagittale, très haute et très longue, comme chez les Carnivores. La dentition de lait est plus réduite que chez les Carnassiers placentaires et pas autant que chez les carnassiers Marsupiaux. Le reste du squelette montre des rapports avec les trois sous-ordres cités plus haut. C'est ainsi que le bassin ressemble à celui des Marsupiaux placentaires, chez certains genres que l'on rencontre dans l'Eocène et que l'astragale est tantôt un astragale de Créodonte, tantôt un astragale de Carnivore.

Pour toutes ces raisons, M. Ameghino considère les Sparassodontes comme la souche des Marsupiaux carnivores de l'Australie, des Carnivores placentaires des deux hémisphères et des types éteints de l'hémisphère nord, qu'on appelle les

Créodontes. La découverte de ces animaux dans le Crétacé a donc une grande importance par suite des considérations phylétiques auxquelles conduit l'étude de leur organisation.

§ 3. — Edentés.

Les Edentés crétacés de l'Argentine appartiennent aux trois sous-ordres des Gravigrades ou Edentés herbivores, des Glyptodontes ou Tatous éteints à carapace immobile et des Dasypodes ou Tatous à carapace mobile. Mais les squelettes de ces animaux ne sont pas complets.

Parmi les Gravigrades, dont les restes sont considérables, un certain nombre d'astragales se rapprochent, par leur forme, de ceux des Gravigrades pampéens, comme le *Mytodon* et le *Scelidotherium*; les plus petits ont des rapports avec ceux des *Meg-*

galonyx. Les phalanges onguéales sont très comprimées et pointues; en outre, elles sont arquées latéralement vers le côté interne, mais manquent de gaine osseuse.

Ces animaux sont donc apparentés assez étroitement avec ceux qui

atteindront plus tard la taille considérable des *Mytodon* et des *Megatherium*.

Il faut signaler aussi la famille des Orophodontidae qui se distinguent surtout par la grande simplicité de leurs dents, formées d'un grand prisme de dentine enveloppé d'une mince couche de ciment. La dentine vasculaire manque ou est à peine représentée. On a là un état assez primitif de la dent chez les Mammifères anciens.

Les *Palaeopeltis* pourraient être considérés comme les ancêtres des Glyptodontes, car leur carapace offre des caractères intermédiaires entre celle des Glyptodontes les plus modernes et celle des Tatous.

Enfin, avec les Peltateloïdes (*Peltephilus*) (fig. 3), sortes de Tatous de grande taille, avec protubérances osseuses pointues sur le museau, il y avait de vrais Tatous presque semblables à ceux d'aujourd'hui (*Prodasypus*).

Les Edentés crétacés possèdent donc des caractères

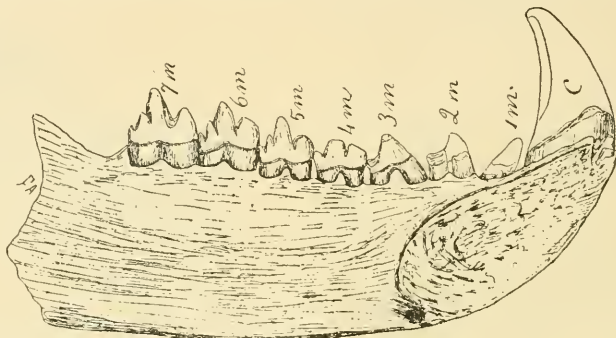


Fig. 2. — *Pharsophorus lacevans* Amegh. Branche mandibulaire gauche vue du côté interne. — Cette mâchoire rappelle celle d'un carnassier; C, canine; 1m-7m, prémolaires et molaires (gross. : 3/4).

lères très étroits avec ceux qui ont un si remarquable développement dans le Pliocène de l'Amérique du Sud. Leur état plus primitif semble indiqué par l'association des caractères des deux et même des trois sous-ordres sur un même type.

§ 4. — Rongeurs hystricomorphes.

Il en est des Rongeurs hystricomorphes comme des Edentés. Déjà M. Ameghino avait établi que ces animaux, qui ont un développement étonnant dans l'Amérique du Sud, appartenaient à un grand nombre de familles et de genres étroitement apparentés, qui sont les ancêtres évidents des formes plus récentes, dont ils possèdent déjà tous les caractères. Les Rongeurs hystricomorphes crétacés sont assez nombreux, mais ils présentent peu de variétés et se rapprochent de types bien connus. « Ce sont, dit M. Ameghino, des Rongeurs hystricomorphes à caractères généralisés, de sorte qu'on ne peut les placer dans aucune des familles connues, de préférence à une autre. Ils présentent un assemblage de caractères propres aux Porc-épics, aux Cobayes, aux Souris-lièvres, et ils constituent probablement la souche de tous les Rongeurs hystricomorphes.

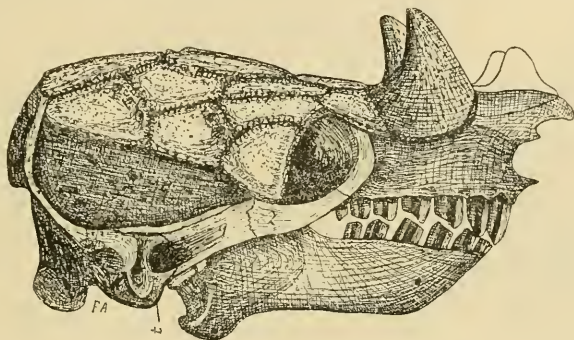


Fig. 3. — *Peltephilus ferox* Amegh. — C'est le premier Edenté à cornes qui ait été trouvé. Les deux paires de cornes sont constituées par les plaques antérieures du casque céphalique formé de plaques polygonaires. *l* montre l'arcade zygomatique, formée par le zygomatique *z* et un os *q*, qui représente l'os carré des Reptiles et des Oseaux. L'espèce figurée est éocène, mais les formes crétacées ont beaucoup d'analogies (red. de 1/6).

§ 5. — Tillodontes.

A mesure que nous avançons dans l'examen des formes crétacées, nous voyons que les Mammifères de cette époque sont peu spécialisés et que, si les différents ordres de cette classe ont aujourd'hui des caractères bien tranchés, il n'en était pas ainsi pour les formes anciennes. Les Tillodontes vont encore nous en fournir un exemple des plus frappants.

L'ordre des Tillodontes a été établi par Marsh, pour des espèces de l'Eocène du Wyoming. La plus grande partie des formes connues jusqu'aujourd'hui rappellent les Carnivores et les Rongeurs. Ceux du Crétacé de l'Argentine ont des affinités multiples. Le crâne est plat et large entre les arcades zygomatiques, et l'ouverture nasale est

terminale, comme chez les Rongeurs; la partie postérieure du crâne, avec sa crête sagittale et ses pariétaux peu déprimés, fait songer aux Carnassiers. L'angle mandibulaire, très large et arrondi, de la mâchoire inférieure, rappelle les Typotheria et les Hyracoides. Il faut signaler aussi l'inversion du bord inférieur de cette mandibule, qui est un caractère de marsupial. Les incisives, quand elles existent, ressemblent à celles des Rongeurs; enfin, la réduction ou l'absence des incisives, de la canine et la première prémolaire, dans certaines formes, les rapprochent des Edentés. Quand nous aurons ajouté que les molaires des Tillodontes crétacés ont des rapports assez étroits avec celles des Primates primitifs et aussi avec les Isotemnidae, on aura une idée des difficultés rencontrées par les paléontologistes dans

l'étude de ces êtres composés qui sont apparentés avec sept ordres, aujourd'hui bien distincts, de Mammifères. En raison des caractères multiples des Tillodontes, on continuera à discuter la place qu'ils doivent occuper dans la classification.

Certains paléontologistes tendraient à dé-

membre ce groupe si curieux et à rattacher les espèces qui le constituent à différents ordres. Il conviendrait peut-être mieux de conserver l'autonomie des Tillodontes, en mettant en lumière leurs affinités avec les autres Mammifères

§ 6. — Ongulés.

Avec les Ongulés anciens, l'incertitude de la classification continue à régner par suite de l'ambiguïté de certains caractères, principalement de la dentition. A ce sujet, M. Ameghino écrit : « Dans les gisements tertiaires, j'ai toujours pu déterminer avec facilité l'ordre auquel appartenaient les molaires isolées, mais je dois avouer que je suis incapable d'en faire autant avec les Mammifères crétacés. Je me trouve embarrassé pour distinguer une molaire de Toxodonte de celle d'un Typotherien ou d'un Astraphothérien ou d'un Ancylopede, ou d'un Tillodonte ou même d'un singe. » Examinons

d'abord un des groupes des plus primitifs, celui des Ancylopodés.

1. *Ancylopodés*. — Les Ancylopodés sont des Ongulés de grande taille, dont les pattes sont conformées comme celles du enriex *Chalicotherium* et des Édentés. Ce sont, en général, des herbivores spéciaux à l'Amérique du Sud, que l'on rangeait dans les Toxodontes et dont on fait aujourd'hui un ordre distinct. Parmi les nouvelles familles que nous fait connaître M. Ameghino, il faut citer les *Leontiniidae* (fig. 4 et 5) qui se différencient de

ranger parmi les plus grandes créatures qui ont vécu sur la terre.

Les *Isotemnidae* constitueraient une famille très importante, à cause des caractères primitifs qu'elle présente. Il n'existe pas, en effet, de différence entre les incisives, la canine et la première prémolaire de ces animaux. Par leurs molaires supérieures qui deviennent persistantes, ils ressemblent aux Toxodontes, aux *Astrapotherium*, aux *Tilloodontes*, aux Primates les plus inférieurs et aux *Pleuvaspidotherium* de Cernay, qu'Ameghino considère comme les descendants des *Isotemnidae*.

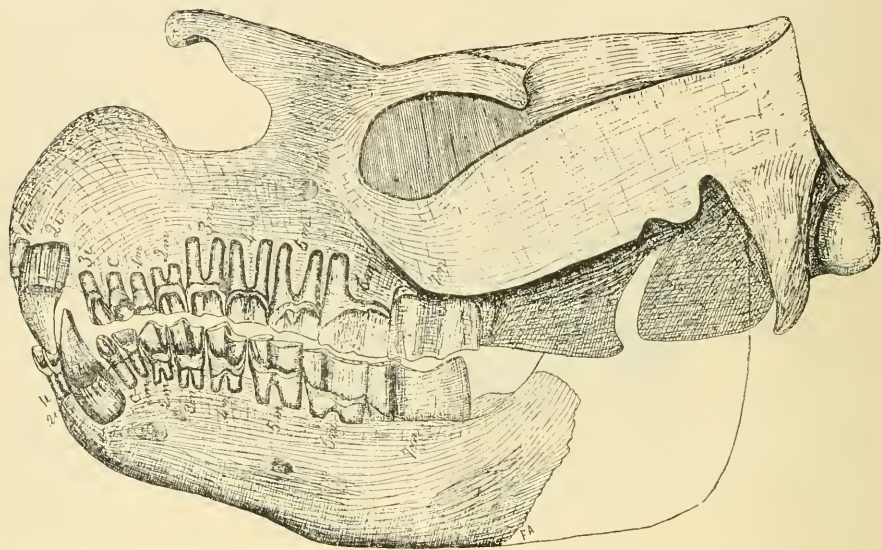


Fig. 4. — *Leontinia Gaudryi* Amegh. Crâne et mandibule, vue de côté. — i, incisives; C, canines; 1m-7m, prémolaires et molaires. Remarquer ici que c'est la 2^e incisive du haut et la 3^e du bas qui font fonction de canines. Les os nasaux présentent une apophyse qui supportait une corne, comme chez les Rhinocéros (1/3 gr. nat.).

presque tous les Ongulés par leurs incisives (la deuxième du haut et la troisième du bas sont transformées en canines, du moins fonctionnellement). Les autres incisives, la canine et la première prémolaire, étaient relativement petites et presque semblables. Par leurs molaires, les *Leontiniidae* se rapprochent des *Nesodon*. Ces animaux possédaient probablement une corne sur le nez, comme les Rhinocéros, mais elle devait être plus petite.

Les *Asmodeus* sont voisins des *Homalodontotherium*, déjà connus. La taille de ces Ancylopodés était énorme : le calcaneum seul avait 24 centimètres de long, l'astragale 12 centimètres et les phalanges onguéales 7 centimètres. On peut les

La variété des Ancylopodés était très grande en Patagonie. Ils ont été subdivisés en huit genres différents.

2. *Toxodontes*. — Les Toxodontes sont également très nombreux. M. Ameghino, qui avait d'abord classé certaines formes (*Notiohippidae*) dans ce groupe, les en détache aujourd'hui pour les placer dans un groupe voisin.

Les noms des nouveaux genres : *Proandinotherrium*, *Pronosodon*, indiquent suffisamment leurs affinités. Nous ne parlerons pas des autres, qui n'ont pas été figurés.

3. *Astrapotheridae*. — Les discussions ont été

nombreuses au sujet de la délimitation et des caractères de ce sous-ordre et l'entente n'est pas encore établie.

Par la conformation de leur crâne, les Astrapotheridae se rattachent aux Toxodontes et par celle de leurs pieds aux Amblypodes. Les membres antérieurs étaient plus grands que les postérieurs; les canines inférieures et supérieures se sont transformées en défenses, et il est probable que la tête était pourvue d'une trompe. Si certains caractères les rapprochent des Proboscidiens, la forme des mo-

des dents isolées, appartenant à des espèces de Proterothéridés ont-elles été rapportées par plusieurs savants à ces deux derniers genres.

Les pattes sont à trois ou à cinq doigts.

La famille des *Notohippidae* est certainement la plus intéressante du Crétacé patagonien. Les *Notohippidae*, en effet, sont les premiers représentants, dans la Patagonie, d'un groupe très abondant à l'époque crétacée, d'où seraient issus les chevaux, les Proterothéridés et les Ménésothéridés.

Il est nécessaire de donner ici quelques détails.

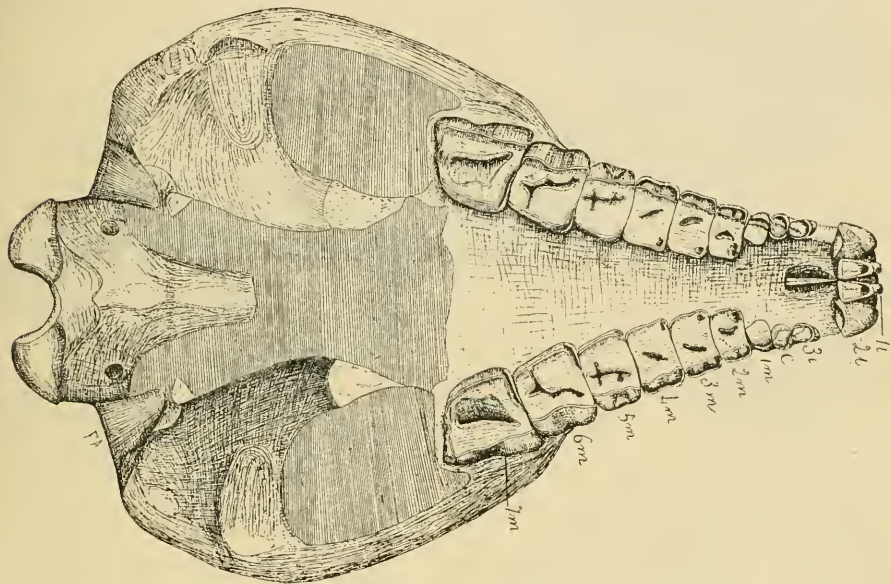


Fig. 5. — *Leontinia Gaudryi*, Amegh. Crâne vu d'en bas. — Même notation que pour la figure 4. On aperçoit mieux, ici, la forme des incisives, notamment de la 2^e, et la forme carrée des molaires (1/3 gr. nat.)

lares les en éloigne beaucoup, car elles sont semblables à celles des *Nesodon*.

Les genres *Parastrapotherium* et *Liarthrus* du Crétacé diffèrent surtout des genres plus récents de ce sous-ordre par leur dentition moins spécialisée et plus complète.

4. *Litopterna*. — Ce sous-ordre d'Ongulés, qui a été créé par M. Ameghino en 1889, comprend les familles des Proterothéridés et des Macrauchenidés, qui sont voisines des Paléothéridés, des Tapiridés et des Equidés; mais nous allons voir combien leurs caractères sont plus primitifs. Ces familles sont spéciales à l'Amérique du Sud. Leur dentition offre beaucoup de ressemblance avec celle des *Palæotherium* et même de l'*Anoplotherium*; aussi

Le crâne de ces animaux ressemble à celui des chevaux, mais le rostre est plus court, les orbites sont ouvertes en arrière et la dentition est en série continue; il n'y a pas encore de diastème; celui-ci n'est que le résultat d'une spécialisation. Il n'existe pas non plus de différence entre les canines, les incisives et la première prémolaire (nous avons déjà signalé ce fait presque général chez les formes crétacées); toutes ces dents ont une seule racine et une couronne simple. Les incisives sont de même taille et présentent la même forme que celles des chevaux. Les molaires sont construites sur le type général de celles des *Nesodontes* (fig. 6) mais la forme du fût varie avec l'âge, elles sont du type hypselodonte, sans racines et à base ouverte, chez les jeunes; chez les vieux, au contraire, elles

sont du type brachyodonte, à racines séparées.

Les membres sont aussi intéressants que le crâne. De même qu'un grand nombre de formes crétacées, les *Notohippidae* étaient pentadactyles. Leur astragale était oblique, avec deux crêtes inégales. Or, on sait que l'obliquité de l'astragale est un caractère primitif, accompagné d'un développement marqué de l'extrémité distale du péroné, qui s'appuie sur le calcanéum. Cette disposition rappelle celle des *Meniscotherium*, des *Chalicotherium* et des *Edentés*. A mesure que les membres deviennent plus d'aplomb, la crête interne de l'astragale se relève par un renforcement de la poulie articulaire et l'on passe à des chevaux à quatre doigts, à trois doigts et à un doigt. Pendant ce temps les dents suivent une évolution parallèle (fig. 6).

En résumé, les *Notohippidae* paraissent les ancêtres des *Protheroheridés*, des *Chevaux*, des *Meniscotheridés* et des *Condylarthra* de l'ancien monde.

Près des *Notohippidae* viennent se ranger les genres *Coreosodon*, *Morphippus*, *Rhynchippus* (fig. 7), *Eurygeniops*, également apparentés avec les *Toxodontes* et les *Nesodon*. — D'autre part, un certain nombre de formes sont alliées aux *Notohippidae* et à des genres de la formation santacrucienne. Ce sont les genres *Protheroherium* déjà connu auparavant, *Protheosodon*, *Proandianthus* qui offrent des caractères plus primitifs que leurs descendants de l'Eocène.

5. *Pyrotheridæ*. — Le *Pyrotherium* (fig. 8) est l'animal le plus abondant et le plus caractéristique des gisements crétacés patagoniens. Il possède de grandes affinités avec le *Dinotherium*, ce qui a fait dire à M. Ameghino que « s'il avait été trouvé dans un gisement d'Europe ou d'Asie, on n'aurait pas hésité à le considérer comme appartenant à un genre réunissant les caractères du *Dinotherium* et du *Mastodonte* ». Nous ne serons pas aussi affirmatif que le savant paléontologiste argentin, et, si « la conformation de ses molaires, la disposition de ses défenses et la forme de la mandibule et du

fémur le rapprochent des *Proboscidiens* », les incisives, dirigées en avant, et non recourbées, comme chez le *Dinotherium*, lui donnent absolument l'aspect du *Diprotodon* et l'astragale de forme carrée n'est nullement celui d'un *Probosciden*, mais d'un *Marsupial*.

Il est vrai que M. Ameghino répond à cette objection que le remplacement des molaires s'effectuait comme chez les *Ongulés* typiques et que l'angle mandibulaire est d'Ongulé et les pieds sont d'Éléphant.

Pour lui, les *Pyrotheria* constitueraient un groupe d'Ongulés primitifs ayant des rapports avec les *Marsupiaux*. Ce groupe serait la souche des *Proboscidiens*.

Les *Dinotherium* représenteraient une branche modifiée des *Pyrotheria*, éteinte pendant le Pliocène; les *Mastodontes* et les *Éléphants* représen-

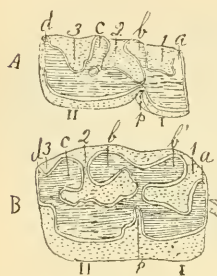


Fig. 6. — A, *Notohippus toxodontoides* Amegh.; B, *Equus caballus*. Sirenia molare inférieure droite vue d'en haut (gross. 2 fois). — Les lettres correspondantes indiquent suffisamment que ces molaires sont construites sur le même plan fondamental. Les parties ombrées au trait représentent l'ivoire; les parties ponctuées, le ciment.

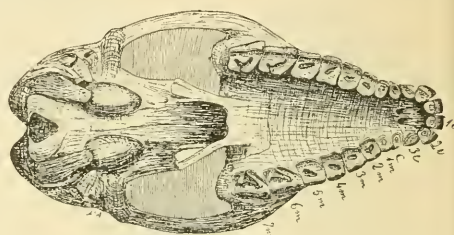


Fig. 7. — *Rhynchippus punilus* Amegh. Crâne vu d'en bas. — La dentition est en série continue et les incisives, *i*, sont presque semblables aux canines, *c*, et à la 1^{re} prémolaire, *1m* (1/2 gr. nat.).

raient une branche latérale qui s'est perpétuée jusqu'aujourd'hui.

6. *Condylarthra*. — On ne connaissait pas encore de *Condylarthra* dans l'Amérique du Sud; on les croyait surtout spéciaux à l'Amérique du Nord. La découverte de restes de ces animaux en Patagonie a donc un grand intérêt, car on se rappelle le rôle considérable que Cope faisait jouer au *Phenacodus*, cet ongulé plantigrade, très primitif, à cinq doigts, à caractères généralisés. Le fait de trouver des formes analogues au *Phenacodus* avec tous les Ongulés, si peu spécialisés, dont nous venons de parler achève de donner une grande importance à la faune crétacée patagonienne.

Le genre *Didolodus* montre les plus grands rapports avec le *Phenacodus*, et la forme des dents est presque semblable (fig. 9). La dentition se rapproche également de celle du *Pleurospidotherium* de Cernay, près de Reims.

Deux autres genres nouveaux, *Propteryptichius* et *Lambdaconus*, se rattachent très étroitement à ce sous-ordre.

7. *Hyracoïdeu*. — Voici encore un sous-ordre d'Ongulés qui n'était pas connu en Amérique, l'unique espèce vivante de ce groupe, à allures de Rongeurs, habitant l'Afrique méridionale et quelques contrées du sud de l'Asie. Ces petits plantigrades, semi-ongulés, semi-onguiculés, sont représentés par plusieurs genres, *Archaeohyrax* (fig. 10 et 11), *Argyrophyrax*, *Plagiarthrus* dans le Crétacé de la Patagonie.

Nous constatons encore chez ces formes primitives, une dentition fréquente, en série continue :

pelle celle des Toxodontes, mais leur squelette se rapproche surtout de celui des Hyracoïdes.

Chez les formes crétacées (fig. 12), quelques-unes ont les dents en série continue, d'autres présentent

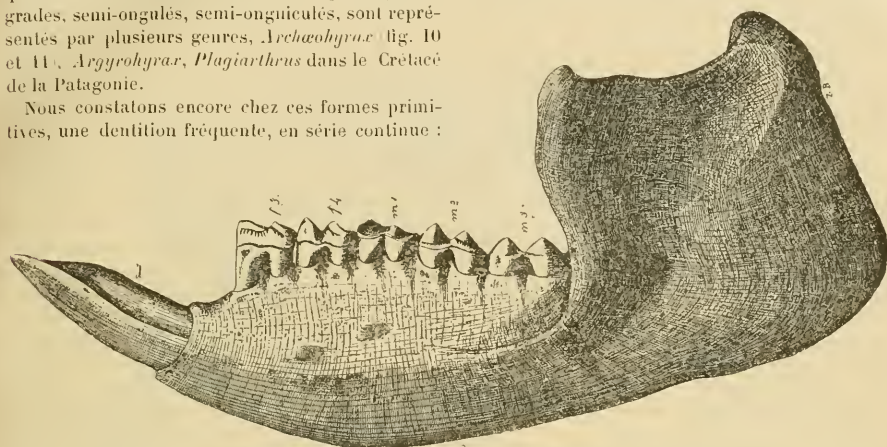


Fig. 8. — *Pyrotherium Sorondei* Amegh. Branche gauche complète de la mandibule, vue par le côté externe. — Les incisives *d* ont la forme de défenses, *p3* et *p4*, prémolaires de remplacement; *m1* *m3*, molaires persistantes. Ces dents ont deux crêtes comme celles du *Dinotherium* (2/7 gr. nat.).

les incisives, la canine et la première prémolaire sont simples avec une seule racine. Seule, la première incisive se différencie plus ou moins, comme chez les *Procavia* actuels. Le crâne a une forme allongée et basse. La mâchoire inférieure offre également une hauteur démesurée à la partie postérieure, ainsi que dans l'espèce vivante. Ces divers genres se relient à plusieurs sous-ordres d'Ongulés, notamment aux *Typothéria*.

un grand développement des incisives (une seule paire ou deux paires). Les molaires inférieures rappellent celles du *Protypotherium*. Plusieurs genres sont représentés dans les couches à *Pyrotherium*.

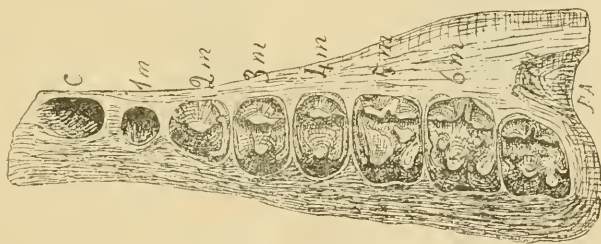


Fig. 9. — *Didolodus multicuspis* Amegh. Maxillaire supérieure gauche avec la dentition presque complète, vu en dessous. — Cette dentition rappelle beaucoup celle du *Phenacodus* (gross. 1 fois 1, 2).

8. *Typothéria*. — Les *Typothéria* sont exclusifs à l'Amérique du Sud. Ils constituent un des groupes les plus singuliers de Mammifères. On les a d'abord considérés comme des Ongulés, puis comme des Onguiculés : certains auteurs les ont réunis aux Toxodontes, d'autres aux Rongeurs, aux Edentés.

Ces curieux animaux ont une dentition qui rap-

portable permet de connaître aujourd'hui des restes d'animaux, comme les *Notopithecidae* (fig. 13) que l'on peut considérer comme les ancêtres des *Adapis*, c'est-à-dire des vrais Lémuriens, et qui constituent aussi une transition entre les Prosimiens et les *Typothéridés*, c'est-à-dire avec des Ongulés. D'autre part, la dentition de ces formes

§ 7. — *Prima-* *tes.*

C'est une singulière bonne fortune d'avoir trouvé des êtres du groupe des singes dans une formation aussi ancienne que celle des couches à *Pyrotherium*. Cette découverte

crétacées offre des rapports évidents avec les Homunculidés du santacrúzien. Pour toutes ces raisons, M. Ameghino pense que les Typothéridés, les Homunculidés et les Lémuriens sont trois branches divergentes d'un même tronc qui se rattacherait assez étroitement aux Ongulés primitifs.

Avec les *Notopithecus*, il faut citer le genre *Eupithecus*, qui est encore plus voisin de l'Adapis, le genre *Archaeopithecus*, qui est proche parent des Condylarthra. Les Primates crétacés se relient donc aux groupes d'Ongulés les plus primitifs.

III. — CONCLUSIONS.

Les conclusions des études si curieuses et d'un si haut intérêt, de M. Ameghino sur les Mammifères crétacés de la Patagonie, sont morphologiques, ontogéniques et phylétiques. Les voici presque intégralement :

§ 1. — Conclusions morphologiques.

Les différents groupes de Mammifères crétacés étaient beaucoup moins éloignés les uns des autres qu'aujourd'hui; aussi présentaient-ils, dans la dentition, des caractères communs qui rendent difficile la détermination des dents isolées. La dentition n'était pas ou était peu spécialisée et les dents étaient généralement en série continue; les espaces dentaires sont dus à une spécialisation.

En outre, dans ces types primitifs, les incisives, la canine et la première prémolaire sont semblables,

et, fait important, la différenciation des dents n'a eu lieu, chez le plus grand nombre d'Ongulés, qu'après le Crétacé, et ce n'est pas toujours la même dent qui prit la forme de la canine; chez les Leontiniidés et beaucoup de Toxodontes, c'est la deuxième incisive supérieure et la troisième inférieure; chez les Lémuriens, c'est la première molaire; chez les autres Mammifères, c'est la première dent implantée dans le maxillaire.

Les premiers Mammifères, par

la conformation de leurs dents, n'étaient ni omnivores, ni carnivores, mais présentaient des caractères ambigus; aussi ne doit-on pas considérer le type bunodonte comme ayant nécessairement précédé le type lophodonte ou sélénodonte. De même, les Mammifères primitifs qui, selon l'ancienne théorie, devraient être brachyodontes, étaient brachyodontes ou hypselodontes, suivant l'âge.

Ces animaux étaient presque tous pentadactyles et plantigrades, avec l'astragale oblique; le redressement du membre a suivi celui de l'astragale, en même temps que s'opérait une réduction dans le nombre des doigts. Grâce à cette évolution, les

Mammifères ont été de plus en plus debout sur leurs pattes.

§ 2. — Conclusions ontogéniques et phylétiques.

A la fin de la période crétacée, l'Europe

était réduite à des îles; l'Amérique du Nord, complètement séparée de l'Amérique du Sud, formait une grande terre émergée avec de vastes lacs d'eau saumâtre.

Le territoire de la République Argentine, également exondé, constituait un immense continent austral avec l'Afrique, l'Australie et la Nouvelle-Zélande. Le sol de l'Argentine était alors couvert d'une végétation luxuriante de palmiers et de

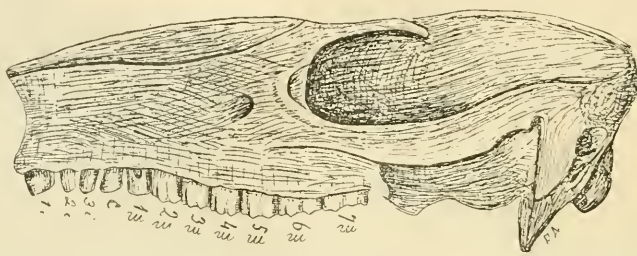


Fig. 10. — *Archæohyrax patagonicus* Amegh. Crâne vu de côté. — La forme allongée de ce crâne et son aplatissement sont caractéristiques des Hyracoides crétacés (3/4 gr. nat.).

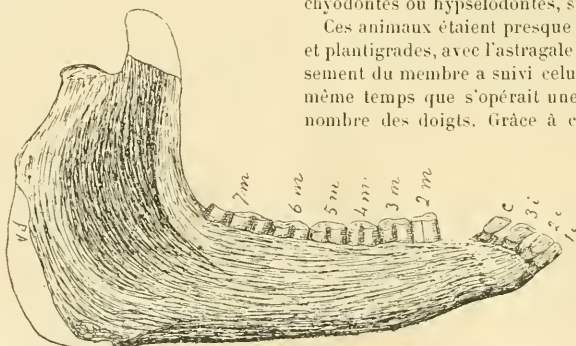


Fig. 11. — *Archæohyrax patagonicus* Amegh. Mandibule vue de côté. — Elle présente un développement exagéré à la partie postérieure; mêmes lettres que dans les figures précédentes (3/4 gr. nat.).

Conifères. Des Dinosauriens d'une taille colossale (20 à 25 mètres de long), tels que des Sauropodes (*Argyrosaurus*, *Titanosaurus*), peuplaient cette terre avec des Oiseaux (*Physornis* et *Phororhacos*), véritables monstres bipèdes à ailes courtes, à griffes d'aigle, à bec de condor qui, d'après les dimensions de leur tête, dépassaient la taille d'un cheval.

Les Mammifères de cette époque étaient particulièrement intéressants. Tandis que ceux du Crétacé

par les SPARASSODONTES, qui ont à la fois des caractères de Placentaires et de Marsupiaux et qui sont la souche des Marsupiaux carnivores de l'Australie, des Carnivores placentaires des deux hémisphères et des types éteints de l'hémisphère nord appelés Créodontes.

Un autre groupe intéressant est celui des PLAGIAULACIDES, petits Marsupiaux, possédant une dentition du type des Kangourous australiens, mais avec des membres presque égaux, cinq doigts à chaque patte et des traces de syndactylisme. Ces êtres, qui étaient extrêmement nombreux, ont donné naissance à la plus grande partie des Marsupiaux de l'Australie, désignés sous le nom de *Diprotodontes*, dont les Kangourous font partie.

Les Plagialulacoides étaient accompagnés des PYROTHERIA, mammifères de taille variable, à pieds pentadactyles, aux membres en forme de colonnes

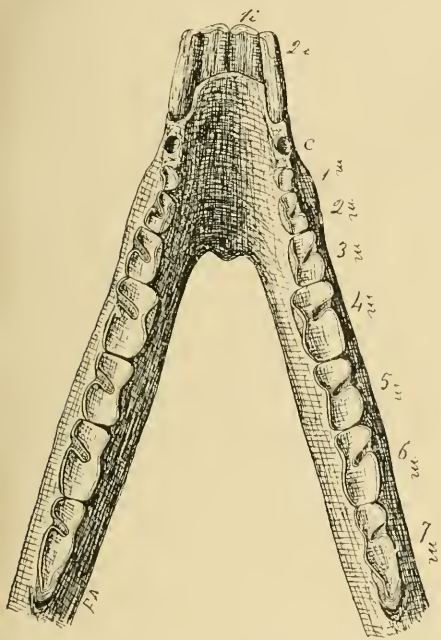


Fig. 12. — *Entrachytherus Spegazzinanus* Amegh. Mandibule vue d'en haut. — Les incisives sont hypertrophiques; la canine *c* est petite ainsi que la 1^{re} prémolaire (*1m*). Les molaires rappellent celles des *Protypotherium* et des *Nesodontes* (3/4 gr. nat.).

de l'Europe et de l'Amérique du Nord étaient petits et peu spécialisés, ceux de l'Argentine étaient très variés et peuvent être considérés comme les ancêtres des divers groupes actuels. Il y avait là des PRIMATES de taille réduite (*Notopithecidae*), ancêtres des Lémuriens éteints de l'Europe et de l'Amérique du Nord et des Lémuriens actuels du sud de l'Asie et de l'Afrique. Une autre branche conduit aux *Homunculidae* du Tertiaire de l'Argentine, qui sont les ancêtres des singes des deux mondes et, par suite, de l'homme.

Les Carnassiers étaient seulement représentés

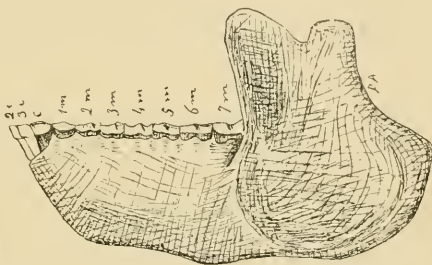


Fig. 13. — *Notopithecus adapinus* Amegh. Mandibule vue par le côté gauche. — Cette espèce se rapproche de l'*Adapis parisiensis*; cependant la branche horizontale de la mandibule est plus haute, la symphyse est courte et relevée et la branche montante fait un angle droit avec la branche horizontale assez courte (gross. 1 fois 1/2).

droites, à cou court, à grande tête, avec dents carrées, tritnantes, présentant deux crêtes transverses, comme celles du *Dinotherium*. Les *Pyrotheria* possédaient aussi de grandes défenses supérieures et inférieures, comme les *Mastodontes* et une énorme trompe analogue à celle des Éléphants. Ces êtres paraissent la souche des Proboscidiens qui se sont complètement développés, pendant le Tertiaire, sur le continent euro-asiatique. Leur origine était jusqu'ici inconnue.

Avec ces animaux vivaient les ARCHÉOHYRACOÏDES, petits plantigrades, semi-ongulés, semi-onguiculés, ressemblant au *Cavia*, qui ont donné naissance aux Hyracoïdes d'Asie et d'Afrique, dont les ancêtres sont encore inconnus sur ce continent.

Les NOTOMYPPIDES, petits ongulés pentadactyles, avec le doigt du milieu plus long que les latéraux, constituant la souche des chevaux. Les NOTOSTYLOPIDES, à dentition de Rougeurs, ont donné naissance aux Tillodontes de l'hémisphère nord. Des Iso-

TEMNIDE sont issus probablement tous les Ongulés, tandis que les HOMALODONTOTHERIA sont les ancêtres des Ancylopodés d'Europe, d'Asie et de l'Amérique du Nord, curieux herbivores éteints ayant tous les caractères des Ongulés, sauf les doigts en forme de crochets et armés de griffes, comme les Onguiculés.

Parmi les autres Ongulés, les uns étaient gigantesques et possédaient de grandes défenses, comme les PARASTRAPOOTHERIDE; les autres avaient une taille moyenne et des caractères généralisés, comme les NÉSODONTES et les LEONTINIDE; d'autres encore étaient petits et formaient une transition entre les Ongulés et les Onguiculés, ainsi que les TRACHYTHERIDE, les PROTYPOTHERIDE; grands, au corps élancé, comme le cerf et avec un seul sabot à chaque patte, imitant ainsi les chevaux, mais de taille plus petite que ces derniers, comme les PROTEROTHERIDE; ou avec des affinités ambiguës et placés entre les animaux à doigts pairs et à doigts impairs, comme le *Didolodus*, proche parent du curieux *Phénacodus*.

De ces différents groupes, quelques-uns ont complètement disparu; les autres ont passé dans d'autres régions où, par leur évolution, ils ont donné naissance aux divers ordres de Mammifères vivants ou fossiles. Mais, outre ces Mammifères, qui n'ont pas laissé de descendants actuels dans l'Argentine, il y a aussi les ancêtres des animaux caractéristiques de l'Argentine (RONGEURS HYSTRICOMORPHES et *Didelphys*). Les PELTATELOÏDES, sortes de tatous avec protubérances osseuses pointues, placées sur le museau, étaient associés à de vrais tatous, presque semblables à ceux d'aujourd'hui et à d'autres Edentés, très différents, tels que les *Palaeopeltis*, qui ont donné naissance aux Glyptodontes et à des Paresseux, généralement petits et semblables à ceux qui, plus tard, atteignirent la taille considérable des Mylodontes et des Megatherium.

En un mot, à la fin de la période secondaire, vivaient dans la République Argentine, non seulement les ancêtres des Mammifères qui l'habitent aujourd'hui, mais aussi ceux des Mammifères des autres parties du monde. On devrait donc, d'après M. Ameghino, considérer ce pays comme le berceau des Mammifères.

A ces conclusions, si catégoriques, on objectera toutefois que l'épanouissement d'un aussi grand nombre de types de Mammifères, dont beaucoup sont spéciaux à la Patagonie, à une époque aussi ancienne que l'époque crétacée, a lieu de surprendre les paléontologistes et que, malgré l'état primitif du squelette de ces Mammifères et les relations, très étroites, qui existent entre presque tous les sous-ordres représentés dans les couches à *Pyrotherium*, on est en présence d'une diversité de formes assez considérable, que l'étude des faunes connues ne faisait nullement prévoir.

En outre, l'âge nettement crétacé des couches à *Pyrotherium* n'est pas complètement démontré. En particulier, la coexistence des Dinosauriens avec la faune de Mammifères que nous venons d'étudier ne paraît pas d'une évidence absolue, et les arguments tirés de la présence d'une huitre nouvelle et de quelques dents de Poissons, à affinités crétacées, dans les couches marines guaraniennes, ne constituent pas des arguments irréfutables en faveur de l'âge crétacé de cette formation.

Enfin, certaines formes, telles que le *Pyrotherium*, semblent plus étroitement apparentées avec des groupes différents de ceux indiqués par M. Fl. Ameghino.

Malgré ces critiques, on doit dire que les magnifiques découvertes des frères Ameghino ont fait faire un grand pas à la question de l'origine des Mammifères, puisqu'on arrive à la conception rationnelle d'un archétype — que l'étude du *Phénacodus* avait déjà fait prévoir — dont les grands traits sont bien dessinés aujourd'hui. L'évolution de ce type pentadactyle, à caractères ambigus, à affinités multiples, les modifications apportées dans son évolution, durant les ères tertiaire et quaternaire, intéressent, à un haut degré, non seulement les paléontologistes et les zoologistes, mais aussi les biologistes.

Nous souhaitons vivement que les nouvelles recherches des frères Ameghino viennent préciser davantage l'âge des couches à *Pyrotherium* et leur fassent rencontrer une faune mammalogique encore plus ancienne et compléter ainsi leurs belles découvertes.

Ph. Glangeaud.

Docteur ès sciences, Collaborateur au Service de la Carte Géologique de la France.

LES GISEMENTS ET L'EXTRACTION

DE LA THORITE, DE LA MONAZITE ET DU ZIRCON

Les progrès réalisés en ces derniers temps, dans l'éclairage au gaz, s'appuient sur le principe qui consiste à produire une combustion complète des substances hydrocarburées, et à utiliser la grande chaleur ainsi développée pour porter à l'incandescence certains oxydes, convenablement choisis et disposés.

Sur cette idée se sont appuyés, depuis déjà de longues années, Frankenstein, Edison, Williams, Drummond, Clamond, Gillard, etc. Mais aucun de ces savants n'était arrivé à un résultat parfait. Ce n'est qu'il y a quelques années, qu'Auer von Welsbach, s'inspirant des recherches antérieures de ces différents chercheurs, parvint à présenter, sous une forme élégante et pratique, l'application des oxydes rares à l'incandescence par le gaz.

Les manchons Auer sont constitués actuellement par environ 99 % d'oxyde de thorium et 1 % d'oxyde de cérium; tandis que les premiers manchons, qui datent de 1883, étaient surtout formés d'oxyde de zirconium et d'oxyde de lanthane.

Ces oxydes rares, base de l'incandescence, étant très recherchés, particulièrement l'oxyde de thorium, nous allons, dans cet article, étudier les trois principaux minéraux utilisés actuellement pour les obtenir, savoir : la *thorite*, la *monazite* et le *zircon*. Nous en indiquerons la composition, ainsi que les principaux gisements.

I. — THORITE.

La *thorite* est un silicate hydraté de thorium; sa formule est $\text{SiO}_2\text{Th} + 2\text{H}_2\text{O}$.

Elle contient un peu d'oxydes de fer, de manganèse, de calcium, de magnésium, de plomb, d'étain, et des quantités assez notables d'oxyde d'uranium.

Elle se présente, dans la Nature, sous forme de cristaux dodécaédriques, avec les faces des deux tétraèdres inégalement développés ou d'apparence hexagonale.

Elle est brune, noirâtre ou orangée (variété nommée *orangite*). Elle a un éclat résineux et une cassure conchoïdale. En lame mince, elle est translucide ou transparente.

On l'a trouvée dans la syénite, à Lowö, près de Brewik, en Norvège; mais les seuls gisements de thorite et d'orangite actuellement connus et exploités pour l'industrie des manchons, sont ceux de Langesundfjord, entre Arendal et Christiania.

Le tableau I représente la composition moyenne de deux échantillons de thorite et d'un échantillon d'orangite de ces gisements norvégiens.

Tableau I. — Composition moyenne des minéraux du groupe de la thorite.

	Formules	ORANGITE	THORITE	THORITE
Silice	SiO_2	47.32	48.98	47.04
Oxyde de thorium	ThO_2	74.65	57.91	50.06
Oxyde d'uranium	UO_2	1.13	1.58	9.78
Oxyde de plomb	PbO	0.88	0.80	1.67
Sesquioxyde de fer	Fe_2O_3	0.39	5.79	7.60
Alumine	Al_2O_3	0.17	0.06	»
Oxyde de cérium	Ce_2O_3	»	»	1.39
Chaux	CaO	1.59	2.58	1.99
Magnésie	MgO	Traces	0.36	0.28
Alcalis	»	0.47	0.24	»
Eau	H_2O	6.14	9.50	9.46
Densité		5.19	4.80	4.38

II. — MONAZITE ET SABLES MONAZITÉS.

La *monazite* est essentiellement un phosphate anhydre de cérium, lanthane et didyme; sa formule peut se représenter par $(\text{CeLaDi})_2\text{O}^3\text{P}^3\text{O}^3$ (Penfield). Elle contient toujours, ce qui en fait la valeur au point de vue qui nous occupe, des quantités variables d'oxyde de thorium, lequel peut y exister sous forme de silicate, comme dans la *thorite* et l'*orangite*, ou sous forme de phosphate, formant un sel double avec le phosphate de cérium, ou bien comme mélange isomorphe.

La monazite contient un peu de zircon, d'alumine, de magnésie, de chaux, d'oxydes de fer, de manganèse, d'étain et de plomb, ainsi que de petites quantités d'acide titanique et de fluor.

Elle cristallise en prismes clinorhombiques, translucides ou transparents, d'une couleur jaune miel, jaune rougeâtre, brunâtre ou verdâtre, à reflet faiblement résineux.

Les fragments brunâtres ou verdâtres sont, paraît-il, plus riches en oxyde de thorium.

Ce minéral, qui était encore, il y a trois ans, considéré comme extrêmement rare, est devenu relativement commun, grâce à la découverte de gisements de sables monazités tellement puissants, que l'industrie de l'éclairage par incandescence au moyen du gaz sera vraisemblablement disparue, avant qu'elle n'en ait appliqué la millièmième partie à son usage.

La monazite a été trouvée en grande quantité aux États-Unis, au Canada, au Brésil. Elle a été signalée en Angleterre, dans les Cornouailles. On l'a rencontrée en Suède, à Hölma, à Kararfvet et à Johannisberg; en Norvège, à Arendal, à Hitterøe, à Nøterø et à Midbø; en Russie, dans les monts Ilmen et dans les placers de la rivière Sanarka. On en a trouvé en France, au Puy, près Saint-Christophe.

Enfin, on vient d'en découvrir encore dans une mine de Ryfilke (Norvège).

Dans chacun de ces gisements, la monazite est un des constituants secondaires des roches éruptives, granites et gneiss. On l'a trouvée dans un grand nombre de roches semblables, et une étude plus complète révélera sûrement, dans quelques années, que tous les granites et les gneiss en contiennent en quantités plus ou moins grandes.

Tous les gisements les plus importants (États-Unis, Brésil, Sibérie, etc.), proviennent ainsi de la désagrégation de roches primitives granitoïdes, sous l'influence des intempéries, de phénomènes d'érosion, etc., et se trouvent, en général, localisés dans les lits ou à la source de petites rivières et au bord de la mer. La monazite provenant de la destruction de ces roches se trouve mélangée à un certain nombre d'autres minéraux, lesquels forment avec elle ce que l'on nomme commercialement les *sables monazités*.

Les principaux de ces minéraux sont : le *zircon*, que l'on y rencontre constamment et souvent en plus grande quantité que la monazite; puis la *xénotime*, la *fergusonite*, le *sphène*, le *rutile*, le *grenat*, la *brookite*, l'*ilménite*, l'*apatite*, la *magnétite*, quelquefois le *corindon*, la *colombite*, la *samaraskite*, la *gadolinite*, l'*orthite*, etc.

Les gisements de sables monazités les plus importants, actuellement connus, peuvent se diviser en deux grands groupes : 1° gisements des États-Unis et du Canada; 2° gisements du Brésil, de la Colombie et de la République Argentine.

§ 1. — Gisements des États-Unis et du Canada.

Les gisements des États-Unis se trouvent en grande partie dans la Caroline du Nord, quelques-uns dans la Caroline du Sud et la Virginie, et l'on vient d'en découvrir tout récemment dans l'État d'Idaho.

1. *Carolines du Nord et du Sud.* — La surface occupée par les gisements est de 1.600 milles carrés s'étendant sur les comtés de Burke, de Mac Dowell, de Rutherford, de Cleveland et de Polk (Caroline du Nord), dans la partie septentrionale du comté de Spartanburg (Caroline du Sud), et dans le comté d'Amelia (Virginie). Les principaux dépôts

de cette région se trouvent dans les ruisseaux de Silver, South Muddy et North Muddy, et dans la rivière Catawba (comtés de Mac Dowell et de Burke); dans Second Broad River (comtés de Mac Dowell et Rutherford), First Broad River (comtés de Rutherford, de Cleveland et de Spartanburg).

Toutes ces rivières ont leurs sources dans les montagnes du Sud, contreforts détachés des montagnes Bleues.

La roche est composée de granite, biotite, gneiss, diorite, hornblende, coupée presque à angles droits par un système parallèle de petites veines quartzenses aurifères (Nitze). La plupart des dépôts de cette région avaient été exploités comme placers d'or.

Ce fut en 1879, que pour la première fois furent reconnues par M. W. Hidden des quantités exploitables de monazite. On trouve celle-ci en général à la source des petites rivières énumérées ci-dessus, mélangée au gravier et au sable. L'épaisseur de ces dépôts de sables monazités de rivières est de 0^m,30 à 0^m,60, tandis que la largeur de ces ruisseaux est souvent de 3^m,60.

La teneur en monazite du sable brut est extrêmement variable : elle peut osciller de quantités infiniment petites à 1 et 2 %. Naturellement, les dépôts sont plus riches, à la source de ces ruisselets, — les minéraux les plus denses, en particulier la monazite, s'y étant concentrés.

La monazite de ces dépôts, nous apprend un mémoire de M. Nitze¹, est extraite en lavant le sable et le gravier dans des *sluices*, exactement de la même manière que dans les placers d'or. Les *sluices* ont environ 2^m,40 de longueur sur 0^m,30 de largeur et 0^m,50 de profondeur. Deux hommes alimentent la *sluice*; l'un, chargeant le sable sur une plaque perforée fixée à l'extrémité supérieure de l'appareil, l'autre remuant le sable à l'intérieur, soit avec une fourche soit avec une pelle perforée, afin d'éliminer les sables les moins denses. Ces appareils sont nettoyés à la fin de chaque journée de travail, la monazite lavée et concentrée étant recueillie et séchée.

Si le sable obtenu contient du fer magnétique, on l'enlève à l'aide d'un aimant de grande taille. La plupart des minéraux denses ne peuvent pas être éliminés; il reste donc toujours du zircon, du rutile, de la brookite, du corindon, du grenat, etc. Le sable monazité commercial, ainsi préparé, n'est donc pas de la monazite pure, mais un mélange de minéraux, dans lequel la monazite prédomine.

Un sable contenant 65 à 70 % de monazite, est considéré comme de bonne qualité.

¹ H. NITZE : Monazite (Extrait du 16^e Rapport annuel du Directeur of U. S. Geological Survey), Washington, 1895.

Un bon rendement journalier oscille entre 18 et 32 kilos de sable monazité, par sluice.

Peu d'entreprises minières régulières existent dans cette région, et, en général, chaque propriétaire exploite son propre dépôt de monazite et vend son produit aux acheteurs locaux; souvent même, il l'échange contre des produits du pays. Actuellement, à quelques exceptions près, la monazite des lits de rivière a été exploitée presque entièrement; par suite, les travaux se dirigent surtout vers les dépôts de graviers des vallons adjacents.

Ces dépôts sont exploités par petits puits foncés, d'environ 0 mèt. car. 75 de superficie, qui permettent d'extraire le sable et de l'amener dans un sluice, placé à l'ouverture du puits. La couche supérieure est ordinairement rejetée, à part le cas où elle contiendrait un peu de sable monazité.

Les puits sont disposés en lignes parallèles, d'une manière semblable à ceux des placers aurifères.

A la mine Blanton et Lattimore, sur le ruisseau d'Hickory, à 2 milles nord-est de Shelby (comté de Cleveland), le dépôt a de 90 à 120 mètres de largeur et a été exploité en partie sur une distance de un quart de mille, le long de la rivière. La couche supérieure a une épaisseur de 0^m,90 à 1 mètre, et la couche de sable monazité de 0^m,30 à 0^m,90.

Dans le comté de Spartanburg (Caroline du Sud), l'extraction et l'enrichissement par lavage et dépôt, sont conduits d'une manière beaucoup plus parfaite; et, quoique le sable brut contienne une proportion plus grande de grenat, de rutile, de fer titané, etc., le produit commercial est obtenu beaucoup plus économiquement, sous forme de sables monazités de différents titres.

Deux sluices, l'un placé au-dessous de l'autre, sont employés pour le lavage. Le sable est chargé sur une plaque perforée, placée à la partie supérieure du premier sluice et l'on effectue le lavage qui donne un sable extrêmement pur, contenant souvent 85 % de monazite.

Le résidu de ce lavage (parties légères) est déchargé directement dans la boîte inférieure, où il est lavé de nouveau, ce qui donne un sable de second titre.

Les sables sont quelquefois traités à l'aide de machines semblables à celles employées à séparer la menue paille du blé. On élimine ainsi, encore du sable noir, du quartz et de la monazite en très petits fragments, ce qui constitue les *tailings* ou résidus.

Il est aussi impossible de laver ces sables sans perte de monazite que d'en séparer parfaitement et complètement le grenat, le rutile, le fer titané, etc., ce qu'on retrouve toujours, même dans les meilleurs échantillons.

Si le gravier monazité contient de l'or, ce dernier se retrouvera avec la monazite et ce fait n'est pas

rare, car dans beaucoup de placers aurifères, la monazite a été longtemps rejetée comme résidu du lavage des alluvions et des sables aurifères.

Comme la monazite ne constitue qu'une partie extrêmement minime de la roche mère, il n'est ordinairement pas pratique de traiter cette dernière directement.

Cependant, quelques exploitations à flanc de coteau ont été tentées, entre autres à la mine Pfeifer, dans le comté de Cleveland, à 2 milles nord-est de Shelby. La roche est un mica grossier (muscovite et biotite) et les cristaux de monazite disséminés peuvent être vus directement à la loupe. Elle est très peu décomposée et est encore très dure. Le sol et le sous-sol sont exploités pour monazite sur une profondeur de 1^m,20 à 1^m,80. Le gravier est chargé sur des brouettes et amené jusqu'aux sluices.

Comme le dit très bien M. Nitze, lorsque la roche contient de l'or, la monazite constitue dans tous les cas, un sous-produit de grande valeur.

La monazite se trouve donc localisée dans l'ouest de la Caroline du Nord où les sables les plus riches en oxyde de thorium proviennent des comtés de Burke et de Cleveland (Brindletown), de Gum Branch (comté de Mac Dowell) et des environs de Bellewood et de Carpenter's Knob (comté de Cleveland).

2. *Gisements de l'Idaho.* — On a découvert l'année dernière dans le bassin de l'Idaho, à 30 milles nord-nord-est de Boise-City, des quantités considérables de monazite, qui forme également ici, un des constituants originels du bassin granitique de l'Idaho.

Certains échantillons des sables de lacs près d'Idaho-City ont donné, après lavage, un sable monazité contenant jusqu'à 70 % de monazite, mélangée à du zircon, à de l'ilménite, etc.

Les lavages d'alluvions aurifères de Wolf-Creek, près de Placerville, ont donné aussi de grandes quantités de monazite, mélangée à du rutile, du grenat, etc.

3. *Gisements du Canada.* — La monazite a été découverte et exploitée au Canada, à la mine de Villeneuve dans le comté d'Ottawa, mélangée à du mica, du grenat, de la tourmaline, etc.

§ 2. — Gisements du Brésil, de la Colombie et de la République Argentine.

Les sables monazités se trouvent en gisements importants dans plusieurs provinces du Brésil où les a découverts M. Gorceix, directeur de l'École des Mines de Ouro-Preto : province de Bahia, à Salobra et à Caravellas; province de Minas Geraes à Diamantina; provinces de Goyaz, de Cuyaba, de Sao-Paulo, de Rio-de-Janeiro.

Les dépôts brésiliens les plus considérables se trouvent dans la province de Bahia, sous forme de bancs de sable, au bord de la mer, en particulier à l'extrémité sud de cette province, près de l'île

Les autres gisements brésiliens ont été trouvés dans les placers d'or et de diamants de la province de Minas Geraes, de Cuyaba et de Goyaz. La monazite s'y présente sous forme de nodules massifs

Tableau II. — Composition moyenne de la monazite et des sables monazités.

	FORMULES	ÉCHANTILLONS DE MONAZITE							SABLES MONAZITÉS		
		Monts Ilmen		Antioquia N ^{os} -Grenado	Caravellas Brésil	Comté de Burke Caroline du Nord	Comté d'Amelia Virginie	Comté d'Ottawa Canada	Comté de Burke	Shelby Caroline du Nord	Bellewood
Anhydride phosphorique	P ₂ O ₅	27.32	19.13	29.10	28.70	29.28	26.12	26.86	18.38	28.16	26.05
Oxyde de cérium	Ce ₂ O ₃	31.31	22.88	46.14	31.30	31.38	29.89	24.80	32.93 (CeO ₁)		
Oxyde de lanthane	La ₂ O ₃	31.86	14.69	24.50						63.80	59.09
Oxyde de didyme	Di ₂ O ₃	"	"	"	39.90	30.88	26.66	26.41	7.93		
Oxyde d'yttrium	Y ₂ O ₃	0.52	1.71	"	"	"	"	4.76	"	"	"
Oxyde de thorium	ThO ₂	5.35	16.64	"	"	6.49	14.23	12.60	4.43	2.32	4.19
Silice	SiO ₂	1.37	9.67	"	"	1.40	2.85	0.91	6.40	3.20	1.45
Alumine	Al ₂ O ₃	0.13	2.90	"	"	"	"	"	1.62	"	0.15
Sesquioxyde de fer	Fe ₂ O ₃	0.26	"	"	"	"	"	1.07	"	"	"
Protoxyde de fer	FeO	"	3.56	"	"	"	"	"	7.83		
Protoxyde de manganèse	MnO	"	4.89	"	"	"	"	"		Traces	0.65
Chaux	CaO	0.55	1.25	"	"	"	"	1.54	1.20	"	"
Magnésie	MgO	"	0.40	"	"	"	"	0.04	"	"	"
Oxyde d'zirconium	ZrO ₂	"	"	"	"	"	"	"	13.98 (+Y ₂ O ₃)	1.52 (+Y ₂ O ₃)	2.68 (+Y ₂ O ₃)
Oxyde d'étain	SnO ₂	0.95	0.40	"	"	"	"	"	"	"	"
Oxyde de plomb	PbO	"	"	"	"	"	"	"	Traces	"	"
Fluor	F	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Acide tantalique	Ta ₂ O ₅	"	"	"	"	"	"	"	0.66	"	6.39
Acide titanique	TiO ₂	"	"	"	"	"	"	"	4.67	0.61	1.40
Eau	H ₂ O	0.41	0.71	"	"	0.20	0.67	0.78	"	"	"

d'Alcobaca. La destruction continue des roches par les vagues de la mer a amené un enrichissement progressif et l'on trouve ainsi des sables à densité moyenne assez élevée, contenant une notable proportion de monazite. Le sable est chargé directement sur les navires, ce qui permet de l'ob-

colorés et tachetés de particules jaunes et brillantes d'orange.

La monazite a été rencontrée dans les placers d'or du Rio-Chico, à Antioquia, dans les États-Unis de Colombie. Elle a été signalée dans les sables de rivière de Buenos-Ayres République Argentine).

Tableau III. — Proportion du thorium dans les sables monazités.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oxyde de thorium %.	0,175	0,225	2,15	2,25	0,40	6,34	0,125	0,29	2,48	0,26	1,27	6,30	5,19	5,87	6,26	1,75	1,93	3,40

1. Bennet's Mill, Silver Creek (Comté de Burke).
2. Northeast Side, Brindle Ridge (Id.).
3. White Bank gold mine (Id.).
4. Hall's Creek, at Morganton road crossing (Id.).
5. Bailey's Creek, à 3 milles S.-E. de Glen Alpine Station (Id.).
6. Linebacher place, Silver Creek (Id.).
7. Mac Lewrath place, Silver Creek (Id.).
8. East fork of Satterfield Creek (Id.).
9. Mac Lewrath Branch (Comté de Mac Dowell).

10. Bracket town, South Muddy Creek (Id.).
11. Long Branch (Id.).
12. Alexander Branch (Id.).
13. Daniel Peeler's Farm, near Bellewood (Comté de Cleveland).
14. Proctor's Farm, near Bellewood (Id.).
15. Wade Mac Curd's Farm, Carpenter's Knob (Id.).
16. Tailings du n° 15.
17. Henrietta (Comté de Rutherford).
18. Fallston (Comté de Cleveland).

tenir à un prix relativement très bas, la main-d'œuvre ne correspondant qu'au chargement sur bateaux. Ce sable monazité contient en moyenne 4 à 5 % d'oxyde de thorium. Il alimente actuellement presque exclusivement le marché européen.

Le tableau II représente la composition moyenne de la monazite et des sables monazités extraits de divers gisements.

Le tableau III donne la quantité d'oxyde de thorium contenu dans un certain nombre d'échan-

tillons de la Caroline du Nord, analysés par M. Charles Baskerville. Ces analyses ont été exécutées sur le sable monazité commercial contenant environ 67 % de monazite, le reste étant composé de quartz, grenat, zircon et autres minéraux.

III. — Zircon.

Le *zircon*, qui se trouve toujours associé à la monazite, à la xénolite, etc., est un silicate de zirconium et a pour formule $ZrO_2 \cdot SiO_2$.

Il cristallise en prismes quadratiques plus ou moins développés et offre un grand nombre de modifications. Quelquefois il se rapproche du type rhomboïdal. Werner nommait *hyacinthe* cette dernière variété, tandis que le nom de *zircon* était conservé à la forme prismatique. C'est aussi cette dernière forme que les lapidaires, depuis de longues années, appelaient *jargon de Ceylan*, du nom de l'île qui fournissait alors les plus beaux échantillons de zircon destinés à la joaillerie. Comme la monazite, le zircon cristallise dans les roches primitives : granite, syénite, biotite, etc. Il possède un vif éclat, il est transparent ou translucide, coloré en jaune, gris, brun, rouge, hyacinthe, quelquefois incolore; il est alors appliqué à la bijouterie et à la joaillerie.

Le zircon est extrêmement répandu dans la nature et ses gisements les plus anciennement connus sont ceux de l'île de Ceylan, de Friedrich-wärn en Norvège, dans la province de Christiania. On en trouve d'assez beaux échantillons dans les sables gemmifères à Espally (Haute-Loire). Il se rencontre aussi à Miask (Oural) et dans les schistes talqueux à Pfitsch (Tyrol).

Des gisements beaucoup plus importants ont été découverts plus récemment :

- 1° Dans la Caroline du Nord et le Colorado;
- 2° Dans le Texas;
- 3° En Nouvelle-Zélande.

Dans la Caroline du Nord et le Colorado, les gisements de zircon se confondent avec ceux de la monazite.

Il en est de même dans les gisements de l'Idaho et du Texas dont nous avons parlé à propos des sables monazités.

Mais tous ces dépôts sont relativement faibles, à côté de celui qui vient d'être découvert l'année dernière en Nouvelle-Zélande.

Ce gisement, qui couvre une superficie de 105 acres, est situé sur la côte nord-est de la Tasmanie, à mi-chemin entre Emin-Bay et Circular Head.

Il est presque entièrement composé de zircon,

offrant une densité de 4,7 et renfermant 63 à 64 % d'oxyde de zirconium, et des quantités variables de lanthane, de didyme, de thorium, de niobium, d'erbium, de cérium et de chrome.

C'est dans une couche de gravier, située à vingt ou trente centimètres de la surface du sol et offrant une épaisseur de vingt centimètres, que se trouve disséminé le zircon. Ce filon repose sur un lit d'argile bleutée de soixante centimètres d'épaisseur, au-dessous duquel s'étend une couche de sable.

Dans cette exploitation, qui est entre les mains d'une Société de Melbourne, de grands travaux ont été déjà entrepris : jusqu'à présent le zircon est extrait par simple lavage et grâce aux différences de densité.

Le tableau IV représente la composition du zircon, provenant de divers gisements.

Tableau IV. — Composition moyenne du zircon.

	FORMULES	CEYLAN	NORVÈGE	EL PASO COLORADO	NOUVELLE- ZÉLANDE
Silice	SiO ₂	33.83	33.61	29.70	33.30
Oxyde de zirconium	ZrO ₂	64.25	64.40	60.98	63.80
Protoxyde de fer	FeO	1.08	0.90	9.20	2.07
Magnésie	MgO	"	"	0.30	0.12

On voit donc que les gisements des minéraux des terres rares tendent à augmenter de plus en plus, et l'on peut prévoir que l'industrie de l'éclairage à incandescence par le gaz qui, seule, emploie actuellement les oxydes rares, ne pourra jamais consommer pour cet usage la quantité énorme de minerai qui lui est actuellement fournie. Il n'en est pas moins vrai que c'est grâce à cette industrie, créée par le Dr Auer von Welsbach, que la science a bénéficié déjà de nombreuses recherches qui ont permis de fixer et d'éclaircir en partie les diverses caractéristiques des métaux rares de ce groupe. Jamais auparavant, on n'eût prévu qu'une industrie des terres rares pût se développer d'une telle façon et mettre au service de la science des tonnes d'oxydes rares, ainsi que le constatait le Dr Otto Witt, lors de la visite qu'il fit à l'usine Welsbach à Gloucester City (New-Jersey). Cette usine traite journellement de telles quantités de sables monazités que M. Witt rapporte y avoir vu 1.000 kilos environ d'oxyde de lanthane, plusieurs tonnes de sels de cérium et plusieurs centaines de kilos d'oxyde de thorium !

P. Truchot,
Ingénieur-chimiste.

REVUE ANNUELLE D'AGRONOMIE

I. — LE BLÉ ET L'AVOINE EN 1897.

Les pluies répétées de l'automne de 1896 ont rendu singulièrement difficile l'arrachage des betteraves et, par suite, la préparation du sol pour le blé qui leur succède dans la région septentrionale; les semailles y ont été retardées, parfois même il a fallu renoncer à les exécuter; dans les autres régions, où l'on a plus de loisir, les entraves apportées par les intempéries aux travaux qui précèdent le semis du blé d'hiver ont été moindres; cependant les surfaces consacrées au blé ont été moins étendues cette année qu'elles ne le sont habituellement : 6.540.000 hectares, au lieu de 7 millions.

Non seulement les surfaces ensemencées ont été réduites, mais en outre les rendements à l'hectare ont été plus faibles que les années précédentes, de telle sorte qu'au lieu de 122 millions d'hectolitres comme en 1894, de 119 comme en 1895 et en 1896, notre récolte atteint seulement 88 millions et demi. Le déficit est considérable.

Il y a une quinzaine d'années, quand s'est produite la baisse de prix du blé qui a déterminé le mouvement protectionniste et conduit au régime actuel, on a attribué cette baisse à l'importation des blés étrangers; on les a chargés d'un droit d'entrée de 3 francs, puis de 5 francs, puis de 7 francs par quintal sans réussir à déterminer la hausse désirée; les cours ne se sont élevés qu'à l'automne de 1896, au moment où de mauvaises conditions climatiques ont fait prévoir un déficit dans la production du grain.

Tant que nous avons fait de bonnes récoltes, les prix sont restés bas; ils s'élèvent aussitôt que notre production faiblit; d'où il faut conclure que c'est notre production qui détermine la hausse ou la baisse des prix; les importations sont fortes lorsque les hauts prix les attirent, faibles quand, au contraire, les bas prix les repoussent. C'est ce que montrent, avec la plus grande évidence, deux courbes construites, il y a quelques années¹, par M. D. Zolla; elles représentent, année par année, d'une part les importations, de l'autre, le prix de l'hectolitre : les deux tracés sont parallèles; aussitôt que les prix croissent, les importations augmentent; elles diminuent, au contraire, aussitôt que la baisse se produit; visiblement, si l'importation déterminait la baisse, elle devrait croître au moment où, suivant le langage des protectionnistes,

elle écrase les cours. Les deux courbes, au lieu d'être parallèles, devraient constamment diverger.

Nous avons reçu déjà des quantités notables de grains étrangers, il en viendra encore, nous n'aurons à craindre ni famine, ni même disette, car, on ne saurait trop le répéter, les hauts prix appellent naturellement les importations, et, en retranchant des 29 francs le quintal, prix pratiqué en ce moment, les 7 francs d'entrée, les blés américains trouvent encore un large bénéfice à arriver sur notre marché.

Bien que les conditions climatiques du printemps aient été défavorables à la maturation du blé, qu'on ait eu de grosses déceptions au moment des battages, cependant la difficulté des ensemencements d'automne a exercé une influence décisive sur l'affaiblissement de cette récolte : en effet, l'avoine qui se sème au printemps ne présente sur les années précédentes qu'un déficit bien moindre que celui qu'on a constaté pour le blé. On a commencé 4 millions d'hectares, un peu plus qu'à l'ordinaire, on l'a recueilli 87 millions d'hectolitres au lieu de 91,8 en 1894, 9,48 en 1895 et 92 en 1896; pendant la grande sécheresse de 1893 on n'avait eu que 62 millions d'hectolitres.

II. — LA RÉCOLTE DU VIN. — LES MALADIES DE LA VIGNE. — LE BLACK-ROT.

Les vignerons n'ont pas eu plus à se louer de l'année 1897 que les cultivateurs de blé de la région septentrionale. La récolte de vin a été seulement de 37 millions d'hectolitres; médiocre dans le centre, c'est seulement dans nos départements méridionaux qu'elle a été abondante : l'Hérault fournit, à lui seul, 10 millions d'hectolitres; le Gard près de 3; l'Aude plus de 4 millions; l'Algérie, enfin, 3 millions 966.000.

Les gelées du printemps ont exercé une influence funeste; en outre, les pluies abondantes dans le centre pendant les mois de septembre et d'octobre ont abaissé la qualité des raisins que la gelée avait épargnés. Enfin, les maladies cryptogamiques ont continué à sévir.

Il n'est pas de culture qui dans ce siècle ait eu plus à souffrir que celle de la vigne; il y a cinquante ans, un champignon, l'oidium, est venu couvrir de ses grises ramifications les feuilles et les grappes; ses ravages ont été excessifs et, pendant l'année 1854, on a fait si peu de vin que tout a été consommé en nature et qu'il a fallu, au lieu de distiller du vin, produire de l'alcool avec des

¹ *Annales agronomiques*, t. XX, p. 161.

betteraves, des pommes de terre et des grains. C'est à ce moment que les distilleries de ces divers produits ont commencé à s'établir.

La fleur de soufre a eu raison de cette première maladie, qui cependant fait de temps à autre des retours offensifs.

Vingt ans plus tard est arrivé le terrible phylloxéra : tout le vignoble du sud de la France a été détruit et dans les pays calcaires comme la Charente n'a pas été rétabli; les vignes américaines, que les piqûres de l'insecte ne font pas périr et qui servent de porte-greffes à nos vieux plants français, ne s'accommodent pas des sols renfermant une dose de calcaire un peu forte; elles y jaunissent et finissent par mourir de *chlorose*.

La reconstitution sur plants américains a occasionné d'énormes dépenses; elles sont faites et on aurait pu croire qu'on allait retrouver la prospérité d'autan : il n'en est rien, le phylloxéra a causé un dommage persistant : en réduisant la consommation du vin, il a déterminé l'avitilissement des prix. Pendant les années où la vigne ne produisait que des quantités de vins insignifiantes, on a vendu comme vin des breuvages dans lesquels le raisin n'avait plus qu'une faible part, les consommateurs se sont dégoûtés, ils ont pris l'habitude de boire du cidre, de la bière, de l'eau et surtout de l'alcool, et quand la production s'est relevée, elle n'a plus trouvé les anciens consommateurs.

Ce n'est pas tout. D'autres maladies ont envahi, sévi sur la vigne, aussi bien en France qu'en Italie et en Espagne : un champignon, le mildew, s'est attaqué aux feuilles, les a rongées, détruites, menaçant de rendre inutiles tous les efforts qui avaient été faits pour vaincre le phylloxéra. Je me rappelle qu'en 1885, allant de Vicence à Venise, je voyais, tout le long de la ligne du chemin de fer, les pampres courant d'un arbre à l'autre, ainsi qu'il est d'usage en Italie, ne portant plus que des grappes vertes qui ne devaient pas mûrir; toutes les feuilles avaient disparu; à peine quelques-unes jaunies, ratatinées, pendaient-elles aux rameaux; cette destruction était l'œuvre du mildew; j'ai suivi ces ravages d'autres années, dans la vallée de l'Adige et en France sur bien des points et notoirement dans le Puy-de-Dôme.

On a triomphé cependant de ce nouvel ennemi à l'aide des mélanges de sulfate de cuivre et de chaux dites bouillies cuivriques¹; mais à peine était-on fixé sur les traitements à suivre pour se mettre à l'abri du mildew, qu'un autre champignon, peut-être encore plus redoutable, est venu s'attaquer à la vigne. C'est le *black-rot* qui a exercé de terribles ravages dans le sud-ouest, particulièrement dans

le département du Gers; le développement de ce parasite est extraordinairement rapide; quand une vigne est envahie, il est trop tard pour appliquer les remèdes, la récolte est perdue.

On ne réussit à se préserver que par les traitements préventifs, qu'on commence dès le premier printemps et qu'on répète chaque année à cinq ou six reprises différentes; on y emploie la bouillie bordelaise, ce mélange de chaux et de sulfate de cuivre qui doit ses propriétés curatives à ce métal universellement utilisé aujourd'hui pour combattre les cryptogames, qui s'attaquent aussi bien aux graines des céréales qu'aux feuilles des pommes de terre ou de la vigne.

On a recommandé, pour diminuer les chances d'envahissement du vignoble, de récolter toutes les grappes, toutes les feuilles attaquées par le black-rot et de les brûler; si on les laisse attachées aux ceps, les germes y persistent; l'année suivante, l'envahissement devient général et les traitements plus coûteux, plus difficiles et moins efficaces.

On se demande comment, lassés de tant de difficultés, les vignerons ne se sont pas découragés; c'est qu'en une seule bonne récolte la vigne paie dix ans de lutttes et de déboires et qu'ils s'attachent à cette culture en raison même des soins qu'elle réclame. Il y a quelques années, j'avais été reçu en Algérie par un vieux praticien, il m'avait fait parcourir sa vigne étalant ses pampres vigoureux sur une terre rouge, caillouteuse, bien travaillée, puis il me ramena dans son cellier et, pratiquant un foret dans une pièce, il en fit sortir un jet d'un vin vermeil; ce vin était excellent, et avait trouvé preneur à un bon prix; mon hôte me dit avec attendrissement, comme on parlerait d'un enfant aimé : « La vigne n'est pas ingrate, elle récompense ceux qui la soignent! »

III. — BETTERAVES A SUCRE ET BETTERAVES FOURRAGÈRES.

Les conditions climatiques de 1897, si défavorables au blé et à la vigne, ont conduit, au contraire, à une excellente récolte de betteraves. Sous l'influence des pluies abondantes d'août et de septembre, les racines ont acquis un bon développement; à ces temps humides ont succédé en octobre des jours clairs et chauds; les feuilles ont élaboré une grande quantité de sucre et, au moment de l'arrachage, on s'est trouvé devant des betteraves fourrissant à la râpe un jus d'une haute densité.

On sait que la plupart des sucreries achètent leurs racines à prix variable avec cette densité; les cultivateurs ont donc reçu de bonnes sommes pour leurs racines, et comme, d'autre part, le prix du sucre s'est relevé, que de 25 à 26 francs, que va-

¹ Revue générale des Sciences, tome III, p. 730.

laient les 100 kilos. l'an dernier, il s'est élevé à 32 francs en ce moment, cette industrie, presque compromise naguère, se trouve actuellement dans des conditions meilleures. Elle est toujours menacée cependant par l'exagération de la production, qui n'est pas réglée par les besoins de la consommation, mais au contraire surexcitée par l'appât des primes accordées. Une part de l'énorme impôt qui frappe la consommation du sucre est distribuée aux fabricants, qui sont conduits, pour l'obtenir, à accroître sans cesse les quantités produites.

Si la culture de la betterave à sucre est menacée, non seulement par la concurrence grandissante de la canne, mais aussi par les sacrifices énormes qu'elle impose au Trésor, celle de la betterave fourragère est en voie de se transformer et de la façon la plus heureuse.

Cette culture a été jusqu'à présent très mal conduite : on s'est borné à pousser au maximum les rendements à l'hectare sans se rendre compte de la valeur des racines récoltées; quand cependant on s'est avisé de soumettre à l'analyse les énormes betteraves qu'on s'obstinait à admirer à cause de leur poids et de leur volume, on reconnut qu'elles renfermaient une quantité d'eau prodigieuse; il n'est pas rare d'y trouver 90 centièmes d'humidité, de telle sorte que lorsqu'on calcule la matière sèche produite à l'hectare, on la trouve minime. A remarquer, en outre, que ces grosses racines se chargent de proportions notables de salpêtre, vénéneux ou au moins nuisible aussitôt qu'il est ingéré, chaque jour avec la ration, en quantités sensibles.

On réussit à obtenir des racines de meilleure qualité en les cultivant en lignes rapprochées au lieu de les maintenir à de grands écartements, comme on le fait d'ordinaire; dans ces nouvelles conditions, la teneur en eau des racines diminue considérablement : j'ai récolté à Grignon, il y a quelques années, une betterave mammoth, pesant 8 kil. 300; elle avait été isolée, les insectes ayant dévoré ses voisins; cette betterave monstrueuse renfermait 91,5 centièmes d'humidité; une petite racine de la même variété, qui, semée en lignes rapprochées, était restée serrée dans la ligne, ne pesait que 700 grammes; elle renfermait 82,3 centièmes d'eau, par suite, à poids égal, beaucoup plus de matières nutritives que la grosse betterave.

Quand on s'astreint à semer les betteraves fourragères en lignes serrées, on obtient à l'hectare bien plus de matières alimentaires pour le bétail qu'en conservant les grands écartements. Les expériences que j'ai exécutées sur ce sujet depuis une dizaine d'années le démontrent abondamment, et nombre de cultivateurs ont déjà abandonné l'ancien mode de semis; on a même proposé une

réforme plus radicale : les variétés de betteraves dites fourragères n'étaient recherchées qu'à cause des poids énormes qu'elles sont susceptibles d'acquies. Mais dès lors qu'en les rapprochant elles deviennent petites, on doit se demander s'il ne serait pas avantageux de cultiver pour le bétail d'autres variétés; j'ai dirigé mes essais dans cette voie, depuis plusieurs années, et il m'a paru que les betteraves employées dans les sucreries, avant que l'acquisition à prix variable avec la densité ne se généralisât, que les betteraves à collets roses ou à collets verts méritaient une sérieuse attention.

Toutefois, pendant ces quatre dernières années, j'ai trouvé qu'une excellente betterave fourragère, la *globe jaune à petites feuilles*, donne à l'hectare plus de matière sèche, un peu plus de matières azolées que les collets roses, mais reste, d'autre part, toujours plus chargée de nitrates que ceux-ci, qui, par conséquent, sur ce point reprennent l'avantage. On reste donc encore indécis sur le choix à faire entre ces deux variétés. En revanche, ce qui est absolument acquis, c'est la nécessité de semer en lignes serrées les betteraves destinées au bétail, on, si on écarte les lignes, de façon à faciliter les binages avec des instruments attelés, de maintenir les racines rapprochées dans les lignes afin d'éviter qu'elles n'acquiescent les énormes dimensions sous lesquelles elles perdent toute valeur.

IV. — QUELQUES VARIÉTÉS NOUVELLES DE POMMES DE TERRE.

Ainsi que nous venons de le répéter, on ne saurait attacher trop d'importance au choix judicieux des variétés à semer ou à planter. On sait que mon confrère à l'Académie des Sciences, M. Aimé Girard, a préconisé depuis plusieurs années les *Richter's Imperator*, dont on obtient de très grands rendements, quand on suit régulièrement les indications très précises qu'a données mon éminent ami. Toutefois, aussi bien à l'étranger qu'en France, on reproche à la *Richter* de mal se conserver pendant l'hiver. Un grand propriétaire de Bohême, M. A. de Doer, ayant lu quelques-uns des travaux que j'ai écrits sur ce sujet, m'adressa, au printemps de 1896, quelques variétés de tubercules qu'il cultivait depuis plusieurs années en remplacement de la *Richter*, qui, s'étant altérée chez lui pendant l'hiver, lui avait occasionné de grandes pertes. Ces tubercules furent plantés et récoltés en 1896, et au printemps de 1897 j'en avais une quantité suffisante pour les mettre en expérience; or ce premier essai a été nettement favorable aux variétés nouvellement introduites.

Tandis que la *Richter* a donné seulement pendant la dernière saison de 25 à 26 tonnes de tuber-

cules à l'hectare avec 18,8 centièmes de fécule, et une autre favorite que nous cultivons depuis plusieurs années, la *Géante bleue*, 25 et 24 tonnes avec 18 centièmes de fécule, la variété *Professeur Marc-ker*, essayée pour la première fois ainsi qu'il vient d'être dit, a fourni 34 tonnes de tubercules à l'hectare avec une richesse en fécule de 20,5 et de 21,4. Elle se place nettement en tête, mais elle est suivie de près par *Docteur Lucius*, dont le rendement n'est que de 31 tonnes, mais dont la teneur en fécule s'élève à 22,7 et 23,1 centièmes.

Ces résultats concordent avec ceux qu'a obtenus M. A. de Doer à Smilkau, en ce sens que ces deux variétés sont celles qui lui ont donné les plus hauts rendements; toutefois, bien que cette coïncidence présente le plus grand intérêt, il faut soumettre ces deux variétés à des essais répétés pendant plusieurs années, avant de savoir si elles prendront une place importante dans nos cultures.

V. — FIXATION DE L'AZOTE DANS LE SOL. NITRIFICATION.

La découverte de la fixation de l'azote dans le sol qu'a faite en 1885 M. Berthelot, celle de la fermentation nitrée de MM. Schloesing et Müntz qui remontent à 1876, nous ont donné sur les phénomènes qui se passent dans le sol, ce milieu vivant, suivant la belle expression de M. Berthelot, des idées nouvelles; mais il faut bien reconnaître que, jusqu'à présent, la pratique agricole n'a tiré de ces découvertes aucun profit.

Depuis plusieurs années j'ai tenté de les utiliser et je crois qu'il n'est pas sans intérêt d'exposer ici la suite des idées qui m'ont conduit à indiquer la marche à suivre pour essayer de faire produire à ces beaux travaux toutes les conséquences qui en découlent.

En suivant pendant plusieurs années la marche de la nitrification dans les terres maintenues sans végétation, mais exposées à la pluie, j'ai reconnu que les eaux de drainage, très chargées de nitrates à l'automne, ne présentaient qu'une très médiocre richesse au printemps, au moment où l'abondance de l'azote assimilable est le plus utile. C'est précisément la faiblesse de la nitrification en mars et avril qui nous conduit à acquérir et à répandre le nitrate de soude, que nous faisons venir à grands frais de la côte chilienne du Pacifique.

Quand, d'autre part, on met dans des conditions favorables à la fermentation nitrée des terres renfermant une quantité suffisante de matières organiques azotées, on reconnaît que la nitrification ne s'établit qu'avec une extrême lenteur : il faut attendre trois semaines ou un mois avant de recueillir une quantité sensible de nitrates.

A quelle cause attribuer ce retard? J'ai pensé qu'il était peut-être dû à l'évolution même des ferments ammoniacaux, nitreux et nitriques, qui, engourdis par les froids de l'hiver, ne reprenaient au printemps leur activité qu'avec une extrême lenteur, et que, si l'on pouvait conserver, pendant l'hiver, en plein travail les ferments pour les introduire dès le premier printemps dans des terres qui ne renferment encore que des organismes inactifs, incapables d'un travail énergique, on déterminerait dans le sol une nitrification assez puissante pour restreindre ou même supprimer l'épandage du nitrate de soude.

J'indiquerai un peu plus loin comment j'ai réussi à maintenir en pleine activité les ferments pendant tout l'hiver et à obtenir par suite des *terres nitrifiantes* qu'on a ensemencées sur des cultures de betteraves au printemps de 1896 et au printemps de 1897.

En 1896, les essais furent conduits de la façon suivante : plusieurs parcelles d'un are, ayant reçu les mêmes fumures de fumier de ferme, furent ensemencées des mêmes graines le même jour; un peu après la levée, on distribua aux unes 2 kilos (correspondant à 200 kilos par hectare) de nitrate de soude, tandis que sur les autres on enfouit dans des sillons de quelques centimètres de profondeur 2 kilos de terre nitrifiante; on avait eu le soin de creuser le sillon jusqu'à la rencontre de la terre humide; on piétina par-dessus pour bien incorporer la terre nitrifiante ajoutée au sol lui-même.

Pendant la végétation, on ne vit pas grande différence entre les parcelles au nitrate et celles qui avaient reçu la terre nitrifiante; à l'arrachage, on trouva que si, sur les betteraves fourragères dites globes à petites feuilles, le nitrate donnait des récoltes bien plus abondantes que la terre nitrifiante, puisqu'en moyenne les racines pesèrent à l'hectare 63 tonnes 7 dans le premier cas, et seulement 53,7 dans l'autre, il en fut tout autrement pour les betteraves dites à collet rose. Cette fois, ce fut la terre nitrifiante qui fournit les plus fortes récoltes, 45 tonnes 4 à l'hectare, au lieu de 38 que donna le nitrate de soude.

En 1897, les parcelles au nitrate eurent partout la supériorité : pour les betteraves fourragères, elles fournirent 69 tonnes contre 62 obtenues sur les terres nitrifiantes, et pour les collets roses, 57,8 contre 54,7; la différence est faible, mais, comme on le voit, en général il est plus avantageux, dans les conditions qu'ont présentées ces deux saisons, de répandre des nitrates tout formés que d'introduire des terres nitrifiantes. Est-ce à dire qu'il faille renoncer à ces essais? — Non pas, mais il est clair qu'il ne suffit pas, pour provoquer la nitrification dans une terre, d'y introduire des ferments; il faut,

en outre, que le milieu soit favorable à leur activité. Or, si, après l'épandage des terres nitrifiantes, la terre se dessèche ou se refroidit, le travail des ferments s'arrête et l'épandage ne produit aucun effet. Il est manifeste que dans notre climat on ne peut pas empêcher les refroidissements nocturnes, et que, par suite, l'épandage des ferments ne réussira pas à coup sûr, mais dans certains cas on ne pourra réaliser l'autre condition nécessaire, qui est l'humidité; j'espère être en mesure au printemps prochain d'arroser quelques-unes des parcelles du champ d'expériences de Grignon et de voir si, dans ces nouvelles conditions, l'épandage des terres nitrifiantes devient avantageux.

S'il l'est, rien ne sera plus facile que de les obtenir. J'ai commencé leur préparation à l'automne de 1895 :

On disposa dans une stalle vide d'une étable des usines de Bourdon, dans la Limagne d'Auvergne, un mètre cube environ de terres prises dans les champs de deux domaines différents; le prélèvement eut lieu au mois d'octobre, quand la nitrification était encore en pleine activité; on arrosa régulièrement ces terres étalées de façon à maintenir de 20 à 25 centièmes d'humidité; en outre, les terres furent remuées à la bêche à de fréquentes reprises.

Des échantillons prélevés avec soin furent envoyés au Muséum dès le mois de décembre 1895, et pendant toutes les années 1896 et 1897; l'analyse montra que la quantité de nitrates croissait constamment, mais sans suivre cependant une marche tout à fait régulière. Quoi qu'il en soit, un kilo de terre du domaine de Pelbost renfermant à l'origine 0 gr. 140 d'azote nitrique, en contenait au mois de mars 1897, 1 gr. 660, c'est-à-dire dix fois plus; un lot de terre de Marmilhal, contenant en décembre 1893, au début des expériences, 0 gr. 230, en renfermait 2 gr. 320 en mars 1877¹.

Visiblement, quand on maintient une terre humide et bien aérée, on y développe une nitrification d'une rare énergie; ce n'est là que la confirmation des faits déjà observés et que j'ai exposés ici même, il y a quelques années².

Il y a donc un point acquis : on peut à volonté conserver une terre en pleine nitrification, y maintenir les ferments actifs, à la seule condition qu'elle ne se refroidisse ni ne se dessèche.

La température de l'étable n'a même jamais été très élevée, car le bâtiment est très vaste, très bien aéré, et en outre les animaux n'y séjournent du-

rant les dix semaines de la fabrication du sucre que pendant la nuit : ils travaillent dans le jour; leur engraissement est ensuite assez rapide; ces animaux sont vendus en janvier ou février et l'étable reste vide jusqu'à l'automne suivant.

On ne s'est pas borné à doser dans les échantillons de terre les nitrates, on a procédé aussi à la détermination de l'azote total; il a révélé des faits absolument nouveaux : dans le lot de terre de Pelbost, il existait à l'origine 3 gr. 130 d'azote organique par kilo; à la fin des essais, on n'en trouva plus que 2 gr. 370; une partie de l'azote des matières organiques avait donc servi à la formation des nitrates, mais la diminution de l'azote des matières organiques était bien loin de compenser l'accroissement de l'azote nitrique : la quantité totale d'azote avait augmenté, car, au début, un kilo de terre contenait 3 gr. 270, et à la fin 4 gr. 280.

Le fait n'était pas fortuit, car l'augmentation de l'azote suivait une marche graduelle. Au reste, les analyses qui avaient porté sur la terre de Marmilhal conduisirent à des conclusions identiques : l'azote total au premier dosage accusait 3 gr. 450 et 4 gr. 960 au dernier.

Comment interpréter ces résultats? La disposition des expériences ne permettait pas de supposer des infiltrations de purin; on ne pouvait pas supposer davantage que des vapeurs ammoniacales aient pu se fixer sur la terre; l'étable n'est habitée, ainsi qu'il vient d'être dit, que pendant quelques mois de l'année, et l'augmentation a été continue. Toutefois, ces terres étaient éloignées de surveillance, et, avant de conclure que l'augmentation d'azote constatée était due à la fixation de l'azote libre de l'atmosphère, j'ai disposé de nouveaux essais dans le bâtiment de la station agronomique de Grignon, dans lequel ne séjourne aucun animal.

Au mois de novembre 1896, un lot de terre pris dans le champ d'expériences et étalé sur les carreaux bien balayés ne renfermait pas d'azote nitrique; il en contenait 0 gr. 390 au mois de juin 1897; l'azote total, au début, était de 1 gr. 790 par kilo, à la fin de 2 gr. 290.

Ces nombreux dosages établissent donc que lorsqu'on place des terres dans des conditions favorables, on y voit, d'une part, l'azote total augmenter; de l'autre, cet azote prendre la forme essentiellement assimilable de nitrates.

Il est inutile d'insister sur l'intérêt que présentent les faits précédents. Quand on examine la comptabilité d'un cultivateur, là où l'on vise les forts rendements, on reconnaît que la dépense d'engrais azotés est considérable; on achète des tourteaux, du sang desséché, du fumier quand on en

¹ Comptes rendus. Tome CXXV, p. 278.

² *Revue générale des Sciences*. Tome VI, p. 1008.

trouve, du sulfate d'ammoniaque et surtout du nitrate de soude; or, les expériences précédentes démontrent qu'une terre est capable par elle-même non seulement d'élaborer une quantité de nitrates suffisante pour nourrir les récoltes les plus abondantes, mais en outre pour s'enrichir en azote, de telle sorte que l'acquisition des engrais azotés devienne inutile.

Quelles sont les conditions dans lesquelles il faut placer la terre pour que la fixation de l'azote s'y produise et que la nitrification s'y établisse?

Ces conditions sont sans doute multiples, mais l'une d'elles domine tellement sur les autres que, si elle est réalisée, les effets précédents se produisent. Cette condition primordiale, nécessaire, c'est l'humidité. Je vais essayer de le démontrer.

A. — *La quantité de nitrate élaborée par les terres en jachère est en raison de l'humidité des mois d'été.*

J'ai déjà exposé ici même les méthodes successives que j'ai employées pour suivre pendant ces dix dernières années la marche de la nitrification dans des terres de natures variées; je rappellerai seulement que, depuis 1892, j'ai laissé en jachère la terre de quatre des cases de végétation de Grignon, grandes boîtes en maçonnerie d'une capacité de 4 mètres cubes. On a recueilli régulièrement les eaux de drainage, on les a soumises à l'analyse et on a déterminé ainsi la quantité de nitrates que la terre formait, car ces nitrates, étant à la fois très solubles et très mal retenus par la terre, se trouvent réunis dans les eaux de drainage.

Pendant la première année d'observations, de mars 1892 à mars 1893, les quantités recueillies furent considérables; des pluies abondantes, survenues en juillet 1892, ont déterminé dès ce moment l'écoulement de l'eau de toutes les cases; en outre, un hiver pluvieux succéda à un été chaud et humide, le lavage du sol fut très complet; on trouva qu'un hectare avait élaboré 200 kilos environ d'azote nitrique, c'est-à-dire le double de ce qu'exigent de bonnes récoltes de blé ou de betteraves.

La sécheresse du printemps et de l'été de 1893 a causé des désastres qu'on n'a pas oubliés, la pénurie de fourrages fut extrême. Cependant à Grignon la pluie arriva pendant le mois de juillet, et les eaux d'hiver ont entraîné une quantité de nitrates à peu près moitié moindre que celle qu'elles contenaient l'année précédente.

En 1894 et en 1895, on retrouva encore une centaine de kilos d'azote nitrique dans les eaux de drainage des terres en jachère; mais pendant l'année mars 1896 à mars 1897, où les pluies ont été abondantes, surtout à l'automne, on dosa dans les eaux de drainage 200 kilos d'azote nitrique environ, autant que la première année.

Il résulte de ces observations que des terres sans engrais, soumises aux conditions climatériques des environs de Paris, fournissent chaque année assez de nitrates pour nourrir de bonnes récoltes et en donnent le double de ce qui est nécessaire quand la pluie est abondante.

Ces résultats ont été constatés sur des terres en jachère, et seulement sur elles, et il est facile d'en saisir la raison; une terre sans végétation est soustraite à la plus puissante des causes de dessiccation, elle reste assez humide pour que le travail des ferments y soit constant; il n'en est plus de même pour les terres emblavées.

B. — *La nitrification dans les terres emblavées est retardée par la dessiccation que provoque la transpiration végétale.*

Il faut toujours se rappeler, quand on aborde les questions que nous étudions en ce moment, que les plantes herbacées que nous cultivons sont des appareils d'évaporation formidables. Une jeune feuille de blé ou de seigle transpire, en une heure d'exposition au soleil, un poids d'eau égal au sien; pendant le temps qu'elle élabore 1 gramme de matière sèche, une plante herbacée évapore de 250 à 300 grammes d'eau, et même une quantité encore plus forte si elle est mal nourrie. On conçoit donc que lorsqu'une pluie modérée tombe sur une terre chargée de végétaux, ceux-ci s'emparent par leurs racines de l'eau qui arrive au sol et le laissent dans un état de dessiccation tel que les ferments n'exécutent plus qu'un travail des plus médiocres.

Si on calcule, pour l'année 1896, la quantité d'azote contenue dans les récoltes de blé ou d'avoine obtenues des cases de végétation et qu'on suppose que tout cet azote a pénétré dans la plante sous forme de nitrates; si, d'autre part, on ajoute à cet azote, utilisé par la végétation, celui qu'on trouve dans les eaux de drainage, on reconnaît que la quantité d'azote nitrifié n'atteint pas la moitié de celle qui a été amenée à cet état dans les cases de végétation maintenues en jachère. Les deux récoltes n'ont été, au reste, que très médiocres. Il en a été tout autrement pour une culture de maïs-fourrage; elle a donné 72 tonnes à l'hectare, et si on suppose qu'elle contenait 18 centièmes de matière sèche à 1,5 % d'azote, l'on trouve qu'elle en renfermait 194 kilos par hectare. Si l'on ajoute à ce nombre déjà très élevé les 23 kilos contenus dans les eaux de drainage écoulées de ces cases pendant l'hiver, on arrive à un nombre analogue et même supérieur à celui qu'ont fourni les cases en jachère.

A quoi tiennent ces différences? Pourquoi l'avoine et le blé ont-ils donné des récoltes médiocres et le maïs-fourrage une récolte excellente? La réponse se trouve dans les relevés du pluviomètre: en mars

1896, 48^{mm},2; en avril, 22^{mm},8; en mai, 6^{mm}, c'est-à-dire qu'un hectare a reçu pendant le printemps 716 mètres cubes d'eau, c'est-à-dire la quantité nécessaire à l'élaboration par le blé ou l'avoine de 2 à 3 tonnes de matière sèche; si la terre n'avait eu de puissantes réserves, la récolte aurait absolument avorté, mais si fortes qu'aient été ces réserves, elles n'ont pu, ajoutées aux faibles apports de la pluie, maintenir dans le sol une humidité suffisante pour que la nitrification y ait été active. Le maïs-fourrage a été semé à la fin de mai, il a reçu en juin 82^{mm}; 46^{mm},2 en juillet; 46^{mm},2 encore en août; 130^{mm},2 en septembre, et 67^{mm},3 pour la moitié d'octobre; c'est-à-dire que la hauteur de pluie s'est élevée pendant cette période à 370^{mm}, correspondant pour l'hectare à 3.712 mètres cubes, quantité à peu près suffisante pour alimenter l'évaporation du maïs en supposant qu'elle ait été comprise pour la formation d'un kilo de matière sèche entre 250 et 300 kilos d'eau; la pluie ayant fourni l'eau nécessaire à l'évaporation du maïs, les réserves d'humidité ont été préservées et la nitrification a pu se maintenir et atteindre un chiffre analogue à celui qu'on a observé sur les cases en jachère.

Autre exemple : les pluies extrêmement abondantes des mois d'août et de septembre 1897 ont favorisé le développement des cultures dérobées de vesces semées après la moisson. Il est arrivé souvent que les plantes récoltées, calculées pour la surface d'un hectare, contiennent 200 kilos d'azote qui ont été assimilés pendant un très court espace de temps, du milieu d'août au milieu de novembre; certainement, une partie de cet azote a été prélevée directement sur l'atmosphère par l'activité vitale des bactéries qui peuplent les nodosités des racines des légumineuses; mais il n'est pas moins intéressant de constater que l'humidité qui, nous venons de le voir, favorise le travail des ferments nitriques, celui des fixateurs d'azote qui pullulent dans nos sols, exerce encore l'action la plus heureuse sur les bactéries qui vivent en symbiose avec les légumineuses. Ainsi, de quelque côté qu'on envisage cette question, on trouve toujours que l'humidité est la condition même de la fertilité.

On en est d'autant mieux persuadé qu'une étude attentive conduit à reconnaître que le travail obstiné, constant du cultivateur, le soin qu'il met à ameublir son sol, n'ont d'autre but que d'y assurer un large approvisionnement d'humidité.

En terminant un travail sur les ferments de la terre¹, j'ai écrit, il y a quelques années : « On peut dire sans exagération : Le rôle des engrais azotés finit, celui des bactéries commence. » Pour vérifier cette prophétie, deux conditions doivent être réa-

lisées : introduire dans le sol les ferments s'ils y font défaut; créer un milieu favorable à leur développement. A voir le peu de succès qu'a obtenu jusqu'à présent l'ensemencement des ferments et, notamment, le petit nombre de cas dans lesquels la *nitragine* a été efficace, on peut croire que, très habituellement, les ferments utiles se trouvent dans le sol, et que s'ils ne fonctionnent pas, c'est que le milieu n'est pas favorable. Les expériences que je viens de résumer montrent qu'il le devient aussitôt qu'on y maintient une dose d'humidité convenable. Il semble donc que, si nous pouvions arroser nos terres de façon à ne plus être absolument à la merci des saisons, nous donnerions à notre production végétale un essor qu'elle n'a pas connu jusqu'à présent.

Est-ce là un travail au-dessus de nos forces, et ne pouvons-nous pas y employer utilement notre immense épargne qui va se gaspiller à l'étranger, pour l'impossibilité où elle se trouve de se placer avantageusement en France? On s'est borné, jusqu'à présent, à capter des sources pour alimenter d'eau pure les grandes villes; n'y a-t-il pas lieu d'étendre ces travaux et d'emprunter aux rivières un peu de l'eau qui s'en va inutilement se perdre dans la mer? Ne profiterions-nous pas, enfin, de l'admirable structure de notre pays, montagneux dans le Midi, où l'eau est la plus utile. Dominée au sud par les Pyrénées, à l'est par les Alpes, au nord par le Plateau central, sur lequel se dressent les monts d'Auvergne, cette région est bordée de trois côtés par des cimes neigeuses où l'eau se renouvelle constamment; si la Provence est déjà arrosée sur bien des points, le Languedoc ne l'est guère, et il y a de ce côté de grands efforts à faire.

Les pouvoirs publics finiront bien par s'émouvoir et par construire les canaux d'arrosage qu'on réclame depuis si longtemps; s'ils ne sont pas encore exécutés, c'est qu'ils ne sont pas demandés avec assez d'énergie et que les cultivateurs ne sont pas persuadés que l'abondance des eaux leur assurera d'admirables récoltes et diminuera leurs dépenses d'engrais azotés. Pour s'en convaincre, ils n'ont qu'à utiliser, partout où cela est possible, les petites sources qui coulent sur leurs domaines; à côté des grands travaux qui exigent des millions, il en est d'autres, restreints, qui seront terminés à peu de frais. Je suis persuadé qu'on y trouvera si grands avantages que, lorsqu'ils auront été reconnus, la poussée de l'opinion sera telle qu'elle triomphera de toutes les incertitudes, vaincra toutes les résistances, et que la France sera dotée de canaux d'irrigation. Ce sera la grande œuvre du xx^e siècle.

P.-P. Dehérein,

de l'Académie des Sciences,
Professeur au Muséum
et à l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon.

¹ Les engrais, les ferments de la terre, 1 vol. in-12, Ruell.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Klein (Félix), *Professeur à l'Université de Göttingue, Associé étranger de l'Académie des Sciences de Paris. — Conférences sur les Mathématiques (faites au Congrès de Mathématiques tenu à l'Exposition de Chicago), traduites par M. L. LAUGEL. — 1 vol. in-8° de 128 pages (Prix : 5 fr.) A. Hermann, éditeur. Paris, 1898.*

En 1893, à l'occasion de l'Exposition de Chicago, M. Félix Klein fit une série de conférences qui ont été publiées en anglais sous le titre d'*Evanston Colloquium*. C'est la traduction de ce recueil qui vient d'être faite en français par M. Laugel et publiée par la librairie Hermann.

Rien n'était plus désirable pour les mathématiciens français. Quelques parties de l'*Evanston Colloquium*, il est vrai, étaient déjà connues dans notre pays. La conférence sur la transcendance des nombres e et π , par exemple, avec quelques adjonctions, a fait l'objet d'un petit volume extrêmement intéressant. Celle qui concerne l'œuvre géométrique de Sophus Lie a paru dans les *Nouvelles Annales de mathématiques*. Mais nous n'avions pas l'ensemble de ces dissertations du savant professeur de Göttingue, dans lesquelles, malgré la variété des sujets, règne une grande unité philosophique. M. Félix Klein appartient, dans la science allemande, à une catégorie toute spéciale; non seulement on lui doit de belles recherches sur les branches les plus importantes des sciences mathématiques, mais, dans tous ses travaux, il a pris à tâche de montrer ces qualités de clarté, de méthode, de classification qui semblent en général appartenir plus spécialement à l'esprit français. Il faut d'autant moins s'en étonner que M. Klein a suivi dans sa jeunesse plusieurs des cours de la Faculté de Paris, et que sa haute intelligence en a certainement profité, sans rien perdre de ses qualités natives.

Le recueil comprend douze conférences : sur Clebsch, sur Sophus Lie (deux conférences); sur la forme des courbes et des surfaces algébriques; sur la théorie des fonctions et la géométrie; sur le caractère mathématique de l'intuition de l'espace; sur la transcendance des nombres e et π ; sur les nombres idéaux; sur la résolution des équations algébriques; sur les progrès de la théorie des fonctions hyperelliptiques et abéliennes; sur les recherches récentes concernant la géométrie non euclidienne; enfin sur l'étude des mathématiques à Göttingue. Le volume est complété par une étude sur le développement des mathématiques dans les Universités allemandes et par des notes bibliographiques.

Le traducteur, M. Laugel, joint à une solide instruction mathématique une connaissance parfaite des langues anglaise et allemande. Cette triple condition lui a permis de serrer d'aussi près que possible la pensée de l'auteur, ou plutôt de l'orateur, tout en la présentant sous une forme élégante et attrayante. Du reste, son éloge n'est plus à faire pour tous ceux qui ont pris connaissance de ses nombreuses traductions mathématiques et qui en ont tiré profit.

Nous sommes au regret d'avoir à formuler quelques réserves quant à la forme matérielle de la publication. On croirait que l'exécution a eu lieu d'une façon hâtive, et que l'éditeur était pressé d'en finir et surtout d'en finir à bon compte. Un peu d'élégance n'aurait pas nui; et il est cruel pour notre amour-propre de faire la comparaison entre la coquette édition anglaise et cette plaquette grand in-8° dépourvue d'originalité.

Ce qui est plus grave, c'est que de nombreuses fautes

typographiques ont échappé à la correction; il est évident qu'on n'a pas fait un nombre suffisant d'épreuves. Il est fâcheux aussi que l'on n'ait pas gardé le titre : *Evanston Colloquium*, sous lequel le recueil des conférences de M. Félix Klein est aujourd'hui connu dans le monde mathématique entier. Enfin, une préface nous semblait indispensable, en tête de cette traduction française. Présenter l'auteur aux mathématiciens de notre pays, faire connaître rapidement l'ensemble de son œuvre et les idées directrices dont il s'inspire, cela eût jeté sur l'ouvrage entier une clarté nouvelle; rappeler l'historique du Congrès de mathématiques de 1893, à Chicago, indiquer l'origine des conférences de M. Klein, les conditions dans lesquelles elles furent faites, le public qui les entendit, eût été d'un grand intérêt. Je suis persuadé que le traducteur lui-même, en une préface de dix à quinze pages, aurait admirablement su nous donner un tel exposé, ou que l'un des mathématiciens présents à Chicago en 1893 se serait volontiers chargé d'une semblable tâche.

Malgré ces ombres au tableau, le livre de M. Klein mérite de retenir l'attention, d'être lu et étudié par tous les Français qui s'intéressent au progrès mathématique. Souhaitons que l'édition soit assez vite épuisée pour qu'une autre devienne nécessaire. Pour celle-ci, par exemple, nous réclameons à l'avance les améliorations indiquées plus haut. Les belles choses gagnent à être bien présentées, même au point de vue matériel, et le bon renom de notre typographie mathématique française ne serait pas accru si l'on persistait dans une voie que, j'en suis bien certain, l'auteur et le traducteur doivent regretter au moins autant que nous.

G.-A. LAISANT,

Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

2° Sciences physiques

Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris pour l'année 1898. — 1 vol. in-18 de 636 pages avec figures. Prix : 2 francs. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

Cet annuaire contient les travaux effectués dans les divers Services de l'Observatoire pendant l'année 1896. Il est divisé en trois parties : Météorologie, Chimie et Micrographie.

Après quelques données relatives au calendrier, la partie météorologique renferme un grand nombre de documents : température, hygrométrie, tension de vapeur, nébulosité, insolation, direction et vitesse des vents, hauteur de la pluie tant à la station de Montsouris au milieu du parc qu'à celle de la Tour Saint-Jacques au centre de la ville pour chaque jour de l'année 1896; des statistiques d'observations sur la pression, la température, la pluie, etc. Une notice sur les trombes observées dans la région parisienne depuis 1867 jusqu'à la terrible trombe d'Asnières (juin 1897) termine les renseignements d'ordre physique.

Dans la partie chimique, nous relevons les analyses et les variations dans la composition des eaux de Paris, des tableaux indiquant la teneur en chaux, azote nitrique et ammoniacal, acide sulfurique, chlore, oxygène dissous, matière organique, le résidu sec à 180° et les degrés hydrotimétriques pour toutes les eaux suivantes : eaux de sources destinées à l'alimentation parisienne (Yanne, Dhuis, Avre) puisées non seulement aux réservoirs, à l'arrivée dans la ville, mais aux fontaines publiques, chez les particuliers même; eaux de rivières (Seine, Marne, Oureq) distribuées dans la ville; eaux des puits parisiens et des nappes souterraines en

amont et en aval de la métropole; eaux météoriques (pluie, neige, grêle). La Seine, depuis le confluent de l'Yonne jusqu'à Mantes, est étudiée de la même façon dans le but de déterminer le degré de pollution du fleuve et d'indiquer les causes permanentes ou accidentelles de cette pollution. M. Albert Lévy et ses collaborateurs, MM. Marboutin, Franck, Henriot, Pécou, Boissy, Marcy et Molinié, publient encore plusieurs travaux sur les eaux d'égout et de drainage des terrains irrigués, sur la composition de la Bièvre et sur les variations des éléments de l'atmosphère.

Chaque jour, le pouvoir oxydant, dénommé ici *ozone*, l'azote ammoniacal et l'acide carbonique de l'air, sont déterminés. Des nombreuses moyennes obtenues depuis vingt ans d'expériences, M. Albert Lévy déduit : pour l'ozone, une moyenne générale de $1^{\text{mg}},65$ pour 100 mètres cubes d'air; pour l'azote ammoniacal, $2^{\text{mg}},00$ pour 100 mètres cubes d'air; et pour l'acide carbonique

27 litres 9 pour 100 mètres cubes, à peu près $\frac{3}{10,000}$

en volume. En observant les variations des analyses, on remarque, entre autres faits intéressants, à Moulins, en pleine végétation, une plus grande proportion d'acide la nuit que le jour (31,3 au lieu de 30,6); au centre de la ville, l'inverse a lieu : plus d'acide le jour que la nuit (34,4 au lieu de 32,3). À signaler parmi les mémoires originaux des notes sur le dosage de l'oxygène dissous dans l'eau de mer, un dosage volumétrique de l'acide sulfurique, et la description d'une pompe à mercure sans robinets, ni joints mobiles.

Toutes les eaux étudiées par le Service chimique sont simultanément examinées par le Service micrographique, la prise des échantillons ayant lieu en même temps; les deux analyses se complètent : l'analyse chimique, comme le faisait récemment remarquer M. Duclaux (Acad. des Sc., 6 décembre 1897), permet souvent de déceler des causes de pollution, dans des cas où l'analyse bactérienne seule n'indique rien. Dans l'*Annuaire*, M. le Dr Miquel publie les méthodes d'analyse micrographique de l'air et de l'eau; parmi les résultats, nous signalerons la faible moyenne annuelle des bactéries aériennes observées en 1896 (3440, inférieure de 1810 à la moyenne des dix années précédentes; le nombre des microbes de l'air dans les rues de Paris, qui allait croissant, tend, comme on voit, à diminuer depuis 1894.

L'ouvrage se termine par une notice très détaillée sur le laboratoire des diagnostics. L'importance de ce laboratoire n'échappera à personne. Lorsqu'un médecin relève un cas d'angine douteuse, il suffit aujourd'hui de demander au laboratoire de M. Miquel (2, rue Lobau) une trousse avec les instruments indispensables pour prélever les sécrétions pathologiques et des milieux nutritifs destinés à ensemencer les mucosités pharyngiennes et nasales des malades; la trousse contient un tube de verre pour transporter les fausses membranes, un tampon humide en coton hydrophile stérilisé, dans un tube de verre, et deux tubes de sérum stérilisé à la bougie Chamberland et gélatinisé entre 66 et 70°, accompagnés d'une spatule de cuivre argenté. Le médecin fait les opérations indiquées, renvoie la trousse au laboratoire, et, vingt-quatre heures après, celui-ci envoie par télégramme le diagnostic à l'intéressé. Ce diagnostic est *gratuit*; seul, le prix du télégramme est demandé aussi bien pour Paris que pour la France entière.

Le nombre des examens a été en un an (1^{er} juillet 1896 au 30 juin 1897) de 2.418. Sur ce nombre, 16,7 % ont conclu à la diphtérie. Comme cette maladie peut se communiquer pendant la convalescence, l'enfant qui en a été atteint ne peut rentrer aux écoles municipales sans un certificat du laboratoire de bactériologie indiquant qu'il est indemne du bacille de Loeffler. Grâce à ces mesures prophylactiques, adoptées par la ville de Paris, et aux injections curatives du sérum antidiphtérique, la mortalité est tombée de 1.890 à 517 depuis l'année 1889 à 1896. La diphtérie deviendra bientôt une maladie aussi rare que la variole, laquelle n'occasionne

plus aujourd'hui que deux décès par mois pour 2.500.000 habitants.

M. MOLINIÉ.

Garçon (Jules), Ingénieur-Chimiste. — La Pratique du Teinturier, Tome III : Les recettes-types et les procédés spéciaux de Teinture. — 1 vol. in-8° de 342 pages. Prix : 9 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

Le titre même de cet ouvrage indique qu'il ne saurait donner lieu à une analyse proprement dite : le mieux nous semble donc de céder la parole à l'auteur, en citant quelques passages de sa Préface.

« Ce tome III renferme, en quatre parties, les *Recettes types et les procédés spéciaux de Teinture*, pour la teinture du coton, de la laine, de la soie, des fibres mélangées coton, laine et soie.

« Je donne ces recettes à titre de documents, et après une sélection particulière. En indiquer de trop nombreuses eût été peu utile, parce que c'est le teinturier qui doit varier lui-même la recette-type, que les résultats en teinture dépendent d'ailleurs des conditions spéciales du travail, que rien ne remplace l'expérimentation pour l'échantillonnage...

« Tout ce que je me propose ici, c'est de poser les grands jalons de la route qui se déroule devant le teinturier. Pour cela j'ai tâché de résumer, en une espèce de revue d'ensemble, les plus importants et les plus intéressants procédés de teinture, tels qu'ils sont ou consacrés par la pratique des ateliers, ou présentés par les fabricques de produits, ou exposés dans quelques brevets récents... »

La science du teinturier n'est plus, en effet, entourée du mystère, du reste assez mesquin, qui l'enveloppait encore il y a quelque vingt ans. Les grandes fabricques de matières colorantes artificielles, guidées par les chimistes de teinture et d'impression, se sont mises à chercher et à étudier elles-mêmes les meilleurs modes d'emploi des nouveaux corps qu'elles produisent journellement, pour les livrer à la consommation, accompagnées de recettes d'une application facile et immédiate.

Ce sont celles-ci que le praticien est sûr de trouver dans l'ouvrage de M. Jules Garçon, dont l'ensemble des trois volumes représente une très intéressante revue des principes de la teinture, des méthodes qu'elle emploie, des appareils qu'elle utilise et enfin des colorants qu'elle applique.

MAURICE PRUD'HOMME.

3^e Sciences naturelles

Ray (J.). — Agrégé-Préparateur à l'École Normale Supérieure. — Variations des Champignons inférieurs sous l'influence du milieu. (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.) — Une brochure de 68 pages avec 6 planches. Extrait de la Revue générale de Botanique, tome IX. Le Bigot frères, imprimeurs-éditeurs. Lille, 1898.

Le titre de ce travail ne correspond pas exactement à la question traitée, car l'auteur a étudié trois genres, d'ailleurs fort voisins l'un de l'autre, *Sterigmatocystis*, *Aspergillus* et *Penicillium*, appartenant à un groupe que l'on s'accorde assez généralement à ranger dans les champignons dits supérieurs.

L'auteur a choisi le *Sterigmatocystis alba* pour l'exposé des résultats obtenus, mais, à quelques variantes près, ils sont de même sens pour les autres espèces placées dans les mêmes conditions de culture. La plante d'origine était une moisissure recueillie sur un fromage. Les milieux de culture employés liquides sucrés, pomme de terre, solutions minérales, etc.) lui font prendre des aspects tout particuliers. Les dimensions des articles du thalle varient dans chaque cas, mais elles demeurent les mêmes dans un milieu donné; le pied de l'appareil conidien est continu ou cloisonné; les basides vont de même; la tête renflée qui les porte peut totalement disparaître et alors elles naissent directement au sommet du filament dressé. Certaines de

ces variations sont bien surprenantes. Mais il est important de constater que, malgré tout, les dimensions des spores mûres restent constamment les mêmes.

Les variations se produisent peu à peu et graduellement; il y a une adaptation évidente. Si l'on sème des spores de la plante d'origine sur l'un des milieux artificiels, puis celles de la plante obtenue dans un second tube renfermant le même milieu, et ainsi de suite; autrement dit, si l'on fait une série de reports, elle s'habitue à ce milieu, elle y croît et fructifie plus rapidement, et ses variations s'accroissent jusqu'à ce qu'elle prenne une forme définitive. Ainsi, dans un liquide sucré, il faut six cultures pour arriver à ce résultat avec le *S. alba*. La désadaptation se fait par l'opération inverse et est plus rapide; on retrouve la forme première après trois cultures sur foinage. Il y a là une sorte de polymorphisme expérimental qui rappelle les résultats obtenus autrefois par MM. Guignard et Charin dans un travail devenu classique. Chez toutes ces plantes, dit l'auteur, « les caractères dont les mycologues se servent pour distinguer les espèces ont varié sans cesse avec le substratum et les conditions de l'atmosphère du tube de culture ». Il ne faudrait cependant pas exagérer la portée de cette conclusion. En effet, d'après le *Sylloge* de Saccardo, chacun des trois genres étudiés ici renferme une quarantaine d'espèces dont certaines diffèrent entre elles par de bien faibles caractères. Cependant, non seulement M. Ray n'a pas réduit leur nombre, et cela signifie que, parmi les espèces décrites par les mycologues il n'a rien trouvé qui répondît à ses variations culturales, mais il a lui-même établi deux espèces nouvelles pour des plantes trouvées accidentellement.

L'auteur a semé le *Sterigmatocystis* en milieu liquide renfermé dans un récipient fréquemment et automatiquement agité. Le champignon prend la forme sphérique, les filaments s'irradient radialement. Ce résultat n'a rien de surprenant, car on l'obtient avec beaucoup de champignons dont le développement se fait à l'intérieur d'un liquide même tranquille. Mais il est plus intéressant de constater que les membranes s'épaississent beaucoup, que le pied sporifère, d'apparition plus tardive, est très abondamment cloisonné transversalement, que les spores ont cependant toujours le même diamètre, et enfin que beaucoup de sphères mycéliennes produisent, par une dense agglomération des filaments, de nombreux petits sclérotés, forme résistante de conservation. Il est intéressant aussi de constater que, si un obstacle est fixé dans le récipient, le champignon s'y fixe (mais l'auteur ne dit pas par quel procédé); la plante, moins cloisonnée, est plus souple, plus longue, en panache, et rappelle, paraît-il, certaines algues.

En faisant ces expériences, l'auteur voulait soumettre son champignon à des conditions comparables à celles dans lesquelles sont placées les algues marines. En effet « personne n'ignore, dit l'auteur, le faciès particulier des plantes et des animaux vivant sur les côtes, battus par les vagues, sans cesse enveloppés de tourbillons liquides ». Il revient plusieurs fois sur ce sujet; on peut cependant objecter que bien rares sont les exemples d'algues se trouvant en de semblables conditions.

Waller (Augustus), de la Société Royale de Londres, Professeur de Physiologie à Saint-Mary's Hospital, Londres. — *Éléments de Physiologie humaine*. Traduit par M. A. HERZEN, Professeur de Physiologie à l'Université de Lausanne. — 1 vol. in-8 de 756 pages avec 314 figures. Prix : 14 fr. G. Masson et Co, éditeurs. Paris, 1898.

L'ouvrage de M. Waller, paru pour la première fois en 1891, est déjà à sa quatrième édition. Ce succès suffit pour renseigner sur la valeur du livre. La présente édition française, donnée par le professeur Herzen, est une amélioration de la troisième édition anglaise; on peut donc lui prédire un succès encore plus grand.

Ce livre n'a pas été écrit pour des physiologistes; il est destiné aux étudiants en médecine pour lesquels la Physiologie, quoique très importante, n'est cependant qu'un moyen et non un but.

L'auteur s'est attaché à développer le raisonnement plutôt que la mémoire. Il évite les détails peu importants, mais fait ressortir avec force les faits vraiment saillants, ceux qui sont comme les piliers de la science. Le traducteur, dans sa préface, s'exprime ainsi : « L'auteur évite soigneusement les explications à tout prix, au moyen desquelles on croit pouvoir simplifier l'étude de la Physiologie et satisfaire l'esprit des commençants, mais qui ne peuvent que leur inculquer des notions fausses, en leur donnant le change sur le véritable état d'une foule de questions ouvertes; il met, au contraire, ses lecteurs constamment en garde contre les explications hâtives, prématurées, insuffisamment appuyées sur des faits irrécusables, quelque plausibles qu'ils paraissent. »

Cette appréciation, nous la partageons pleinement. Toutes les parties de ce livre sont traitées avec clarté et concision; quelques-unes sont cependant trop écourtées et gagneraient à être un peu plus développées. D'ailleurs, je dois dire que le traducteur a, en maints endroits, fait quelques additions sous forme de notes destinées à compléter certains points ou à indiquer une interprétation différente de celle du texte primitif. Les figures intercalées dans le texte sont bien choisies et aident puissamment à l'intelligence des phénomènes décrits.

Ce livre se recommande par le nombre considérable de faits qu'il renferme, par l'originalité de l'exposition, par la concision et la clarté.

M. KATZEMANN,
Professeur de Physiologie
à l'Ecole Vétérinaire d'Alfort.

4^e Sciences médicales

Duloeq (P.). — *Leçons sur les Bactéries pathogènes faites à l'Hôtel-Dieu* (annexe). — 1 vol. in-8^e de 685 pages. (Prix : 10 fr.) G. Masson et Co, éditeurs. Paris, 1898.

Voilà un livre éminemment utile destiné à être lu avec profit par les curieux de l'esprit à la recherche de tel ou tel fait théorique, aussi bien que par les praticiens. — Ce n'est pas, en effet, sous forme dogmatique, *ex cathedra*, que M. Duloeq nous livre ses réflexions; c'est dans des leçons faites à l'hôpital. L'auteur montre à ses élèves l'application de certaines données, la mise en œuvre de telles autres; il ne se borne pas à proclamer l'action d'un germe; il la fait en quelque sorte toucher du doigt, d'autant plus qu'il s'occupe avant tout des microbes — ou plutôt des affections usuelles.

Avec le staphylocoque, il étudie les lésions locales, les inflammations cutanées, les abcès vulgaires. Il est de suite conduit à une question de mécanisme par le problème de la suppuration. — De suite, également, les différents staphylocoques amènent l'auteur à parler des races, des espèces ou des simples variétés.

Cette préoccupation se retrouve plus vive encore dans les chapitres consacrés à la streptococcie. — De la sorte, chemin faisant, par occasion pour ainsi dire, c'est-à-dire d'une façon progressive, le lecteur est mis au courant, avec preuves à l'appui, des grandes données de la doctrine microbienne. — C'est ainsi, par exemple, que les faits, que la constatation de la nature des germes isolés au cours de l'érysipèle ou durant l'évolution, des processus habituels, des inflammations de la peau, des muqueuses, dévoilent tout naturellement ce principe de l'apparition de plusieurs types morbides, sous l'influence d'un unique agent. — De même, l'observation au lit du malade fait surgir le problème capital des associations microbiennes.

La pneumococcie procure à M. Duloeq l'occasion de développer la part qui appartient à la porte d'entrée dans la genèse des variétés symptomatiques; rien ne ressemble moins à une pneumonie que la septicémie.

conséquence de l'action de l'infiniment petit pathogène entrant par les capillaires, au lieu de pénétrer par les canaux aériens.

L'histoire des tétragènes et des sarcines est bien définitivement connue à l'heure présente; aussi l'auteur rend-il un réel service en consacrant deux leçons à ces parasites.

Parmi les notions touchant au gonocoque, il y a lieu de retenir l'influence des sexes, qui se traduit par celle des localisations: les phénomènes changent avec le siège du mal.

Le *Bacterium Coli* et le bacille typhique font l'objet de leçons successives, dont l'intérêt réside en partie dans la comparaison des deux microbes, dans leurs rapports, dans leurs distinctions: aujourd'hui, après de nombreuses discussions, on admet la spécificité du germe d'Eberth. — Ces études ont contraint l'auteur à décrire avec assez de détails les cultures, leurs produits; à cet égard, un jour tout particulier est jeté sur la technique. — Des questions d'habitat, de contagion, de dispersion par l'eau, l'air, etc., ne sont point passées sous silence; l'hygiéniste trouve là d'intéressantes notions; il en est de même du critique, qui voit apparaître dans l'action de la lumière, de la température, de l'hygrométrie, etc., l'explication du rôle des agents atmosphériques, la cause des oscillations morbides attribuées au génie épidémique.

On retrouve ces données dans les chapitres qui concernent le vibron cholérique, le bacille de Löffler; on y retrouve aussi des considérations expérimentales, comme celles qui sont relatives aux défenses de l'organisme. — C'est encore là une notion qui est, avant tout, la conséquence du contact permanent des germes et de nos tissus, car on ne croit plus, comme jadis, que les microbes viennent constamment et à tout instant des milieux extérieurs. Ils procèdent à coup sûr initialement de ces milieux où le plus souvent les agents atmosphériques les atténuent; mais, le plus ordinairement, ils végètent sur nos surfaces cutanées ou muqueuses, au niveau des portes d'entrée. Là, à ces niveaux, sont accumulés de nombreux agents de protection, épithéliums, phagocytes, humeurs bactéricides, anti-toxiques. — L'histoire des parasites, des toxines, les uns s'opposant au mal, les autres le favorisant, se rattache à ces considérations.

Les modifications des sérums, des plasmas, les propriétés des milieux nuisibles aux ferments pathogènes ou à leurs sécrétions, la grande doctrine de la phagocytose, sont exposées avec méthode. — Il en est de même de la sérothérapie, jugée avec mesure; rien n'est omis, pas plus les desiderata que les bienfaits du procédé.

Les réactions organiques, les métamorphoses imposées aux cellules par les toxines, leurs nouveaux attributs, font l'objet de considérations détaillées, à l'occasion des travaux de Knud Faber, de Tizzoni, de Vaillard et Vincent, etc., sur la toxine tétanique, à l'occasion surtout de la théorie séduisante de Courmont et Doyon.

Les notions doctrinales ne font pas laisser dans l'ombre le côté clinique, le rôle du sol, des poussières, des plaies, du système nerveux, comme celui des érosions dans la diphtérie, ou des fermentations intestinales dans le choléra.

Ainsi, peu à peu, sans effort, les élèves arrivent à posséder les doctrines nouvelles à tous les points de vue; on leur a préparé la besogne; on a, grâce aux exemples pratiques, facilité l'intelligence des idées théoriques qui, traitées de la sorte, seront retenues plus aisément.

On n'attend pas de moi, je ne dirai pas l'exposé, mais même une simple indication, de tout ce que renferme cet ouvrage, si riche, trop riche en faits. — C'est là, en effet, le petit reproche, — puisqu'il est difficile

de terminer une analyse sans un grain de critique, — c'est là le petit reproche possible à formuler; on peut craindre que la multiplicité si considérable de documents ne soit une légère cause de confusion. — Je puis aussi regretter de ne pas avoir trouvé l'origine absolue de quelques-unes de nos connaissances; je m'explique:

A diverses reprises, l'auteur rapporte les données concernant les sérums, leurs modifications, les vaccinations par toxines, la genèse des accidents dus à l'intervention de ces toxines, etc., etc. Mais, nulle part je n'ai décelé un débat critique sur l'heure, sur le lieu de ces découvertes. — Notez que là est le gros intérêt doctrinal, attendu que si, par exemple, pour immuniser dans la dothiéntérie, le tétanos, ou une autre affection, vous suivez exactement la voie tracée avant vous, votre mérite se réduit à un mérite plutôt pratique; il est en tout cas inférieur à celui du chercheur qui, le premier de tous, a démontré la parfaite possibilité de créer l'état réfractaire à l'aide des toxines stérilisées.

Voyez plutôt l'enseignement des faits eux-mêmes: De 1880 à 1887, on discute les deux théories, soustraction ou addition, de l'immunité; des démonstrations imparfaites sont données, en particulier celle de Salmon et Smith, mais on les critique; ces auteurs ont, en particulier, chauffé à 60°, température qui ne tue pas les spores; au lieu d'inoculer le liquide pour prouver sa stérilité, ils ont semé quelques gouttes, alors qu'on sait, d'après Maximovitch, que chauffer vers 50° ou 60°, c'est coaguler autour des germes une coque albumineuse capable de s'opposer à tout développement, qui ne se dissout que dans l'économie. — Je porte à 115°; je filtre à la bougie; je vaccine des animaux qui survivent durant des mois, qui parfois succombent, mais succombent sans présenter un seul microbe dans leurs tissus, tandis que sont innombrables les microbes chez tous les témoins (morts en 48 heures); aussitôt on se met à l'œuvre et, en moins d'une année, on applique ces notions à 14 maladies, tandis qu'en sept ans on n'avait réalisé aucune démonstration! Voilà bien qui rend éclatante l'importance d'une démonstration première, surtout lorsque, dans la suite, il suffit de changer la bactérie ou le ballon, sans rien imaginer de nouveau: il est donc équitable de dévoiler ces bases doctrinales. — Il n'en est pas autrement, s'il s'agit de la découverte des actions morbifiques des toxines, ou, plus près de nous, de celle de la sérothérapie.

Vous pouvez rendre de grands services en obtenant un sérum actif contre un virus; si vous suivez fidèlement la technique de Behring, votre mérite sera purement de l'ordre pratique.

Il convient donc de laisser dans l'esprit des élèves le souvenir de ceux qui ont, avant tout autre, fait la lumière; ils ont pu la faire en s'occupant de virus d'une importance médicale secondaire: cette considération n'atténue pas la portée de l'expérience.

En réponse à ces bien minimes critiques, on fera remarquer que ces leçons ont, avant tout, un caractère pratique, qu'on ne peut les développer, les allonger indéfiniment, en exposant l'histoire de virus très spéciaux. — Ces réponses n'ont pas une valeur absolue, attendu que, pour éclairer ces origines scientifiques, quelques lignes de plus auraient suffi; un lourd bagage est inutile.

Je me suis permis ces remarques, parce que l'érudition vraiment merveilleuse dont a fait preuve M. Dujloq prouve qu'il possède à fond toutes ces questions, qu'il aurait pu réaliser aisément ce desideratum. — En tout cas, on ne saurait trop le louer d'avoir réuni cette foule de notes: tous, à la lecture de ce livre consacré aux agents pathogènes, trouveront profit et agrément.

D^r A. CHARRIN,

Professeur remplaçant au Collège de France.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 Février 1898.

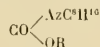
M. le Président annonce la mort de **M. Jean-Albert Gauthier-Villars**, imprimeur des *Comptes rendus* de l'Académie. **MM. J. Bertrand** et **G. Darboux** rappellent les titres du défunt à la reconnaissance du monde savant.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Paul Painlevé** établit le théorème suivant : Soit $f(x, y, z)$ une fonction des variables réelles x, y, z , qui, en chaque point (x, y, z) d'un certain domaine Δ (à trois dimensions) de l'espace $Oxyz$, est continue et admet des dérivées partielles continues de tous les ordres : la fonction $f(x, y, z)$ est développable en une série de polynômes $\Sigma P_n(x, y, z)$, série qui converge uniformément dans tout domaine Δ , intérieur à Δ , et est dérivable terme à terme indéfiniment. — **M. René de Saussure** adresse une note sur le mouvement le plus général des fluides. — **M. O. Callandreau** annonce que le météore lumineux signalé comme un bolide, dans la séance du 17 janvier, doit être attribué à une montgolfière.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. H. Buisson** a trouvé que, pour des lames très minces de bismuth placées dans un champ magnétique (et dont, par conséquent, la résistance varie considérablement), l'intensité de la lumière qui traverse ces lames ne varie pas. Le coefficient d'absorption de la lumière n'est donc pas proportionnel à la racine carrée de la conductibilité, comme le voudrait la théorie électromagnétique. — **M. G. Moreau** a montré qu'un fil de fer, placé suivant l'axe d'un solénoïde, se tordait sous l'action du champ magnétique s'il avait été tordu primitivement. L'auteur étudie les cycles de torsion et la torsion résiduelle du fer doux. — **M. H. Bouasse** indique un mode de comparaison des courbes de torsion. Pour des fils de même diamètre, il suffit de prendre des unités α fois plus petites pour obtenir, avec un fil de mollesse α , le système numérique pour les arcs et les angles qui convient au fil parfaitement énoncé de mollesse 1, les conditions de durée étant réalisées. — **M. G. Sagnac** a constaté que, si la surface d'un corps frappé par les rayons X émet des rayons secondaires, la surface par laquelle les rayons X sortent de ce corps émet à son tour d'autres rayons secondaires, qui ne diffèrent pas essentiellement des rayons émis par la face d'entrée.

— **M. R. Colson** montre que les effets de silhouette, que l'on obtient en développant une plaque photographique dans un bain en repos, sont dus à la diffusion des éléments du révélateur photographique au cours du développement. En Physique, ce phénomène est de nature à fausser l'interprétation de certaines expériences. — **M. Daniel Berthelot** a mesuré les points de fusion de l'argent et de l'or, au moyen de la méthode interférentielle qu'il a décrite. La moyenne des valeurs obtenues est de 962° pour l'argent et 1.067° pour l'or. Ces résultats ne s'écartent pas beaucoup des résultats obtenus précédemment par d'autres méthodes. — **M. Ch.-V. Zenger** adresse une note intitulée : Observations météorologiques du mois de novembre 1897; les minima de pression atmosphérique. — **M. Th. Schlösing** a vérifié l'exactitude de sa méthode de mesure des densités des gaz (basée sur le principe des vases communicants) en opérant sur des gaz connus : azote, oxygène, argon, méthane, etc. Dans tous les cas, l'équilibre des colonnes gazeuses s'établit rapidement et les densités obtenues s'accordent, à quelques millièmes près, avec les densités réelles. — **M. A. Bach**,

en partant de considérations théoriques, démontre que l'action de l'hydrogène naissant sur l'acide carbonique doit donner naissance à de l'acide formique et à de l'aldéhyde formique. Il vérifie le fait expérimentalement. Il montre que l'électrolyse et la photolyse (décomposition par les rayons solaires) de l'acide carbonique donnent lieu aux mêmes réactions. — **MM. P. Cazeneuve** et **Moreau** ont constaté que la conicine, ou propylpipéridine, se comporte, vis-à-vis des carbonates phénoliques, d'une façon analogue à la pipéridine, en donnant naissance à des uréthanes. Celles-ci sont liquides, incristallisables, de formule :



R étant un radical aromatique. — **M. Louis Simon** a découvert une réaction colorée nouvelle, très sensible, de la phénylhydrazine. Si l'on chauffe celle-ci avec quelques gouttes de triméthylamine aqueuse, puis qu'on ajoute quelques gouttes d'une solution aqueuse de nitroprussiate de soude, il se forme une coloration bleu franc, qui se fonce par addition de potasse concentrée. Cette coloration est caractéristique pour la phénylhydrazine et ses dérivés substitués dans le noyau aromatique. — **M. F. Wallerant** est parvenu à distinguer, au point de vue optique et cristallographique, trois variétés de fluorine : la première est cubique et isotrope; la seconde, ternaire et uniaxe; la troisième, binaire et biaxe.

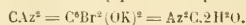
3° SCIENCES NATURELLES. — **MM. André Broca** et **Ch. Richet** démontrent que, dans un muscle en travail régulier, la puissance augmente avec la fréquence des contractions et avec le poids. — **M. L. Ranvier** a constaté que les plaies pénétrantes de la cornée guérissent plus vite que les plaies simples. Ce fait s'explique de la façon suivante. Dans les plaies pénétrantes, on trouve, à la région postérieure, un réticulum fibreux qui, en s'associant aux cellules conjonctives, donne naissance à des fibres synaptiques. Ces dernières, en se rétractant, rapprochent les lèvres de la plaie et facilitent l'édification du tissu cicatriciel définitif. Dans les plaies simples, il n'y a ni réticulum fibreux, ni véritables fibres synaptiques; les lèvres ne peuvent se rapprocher et la cicatrisation est plus lente. — **M. P.-A. Zachariadès** a étudié le développement de la fibrille conjonctive sur un tissu spécial, approprié à ce genre de recherches. C'est le tissu qui se trouve à la face postérieure de l'aponévrose qui recouvre le genou de la grenouille. L'auteur conclut que les fibrilles conjonctives proviennent directement des cellules conjonctives. — **M. B. Renault** a étudié la constitution des Canals. Il distingue trois types. Le premier est caractérisé par la présence, dans la matière fondamentale, d'une grande quantité de microspores et de macrospores, d'une moins grande proportion de Pylas et de mycéliums de Champignons, le tout en couches stratifiées. Les éléments organiques ont été envahis par des Bactériacées et par des Champignons qui ont vécu à leurs dépens.

Séance du 14 Février 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. E. Roger** communique deux lois sur les masses des planètes : 1° Les logarithmes hyperboliques des masses des grosses planètes forment une progression arithmétique dont la raison est l'unité; 2° Les logarithmes hyperboliques des masses des petites planètes forment une progression arithmétique dont la raison est $-3/2$. — **M. P. Tacchini** adresse le résumé des observations solaires faites à

l'Observatoire du Collège romain pendant le deuxième semestre 1897. Les taches solaires ont continué à diminuer; le phénomène des protuberances est resté presque stationnaire. — **M. E. Picard** montre que, lorsqu'on cherche à obtenir la valeur d'une intégrale par approximations successives, on peut obtenir des approximations successives divergentes qui conduisent à d'autres fonctions que l'intégrale cherchée de l'équation. — **M. G. Humbert** indique le mode de formation de l'équation aux modules des fonctions abéliennes singulières (fonctions quadruplement périodiques de deux variables dont les périodes sont liées par une relation à coefficients entiers). Il établit les relations de ces fonctions avec la surface de Kummer. — **M. Lémery** énonce quelques algorithmes généraux nouveaux et les rattache au problème de l'itération. — **M. P. Painlevé** démontre qu'il existe des surfaces algébriques qui admettent une infinité discontinue de transformations birationnelles en elles-mêmes, sans admettre de transformations continues. — **M. M. d'Ocagne** adresse une note sur les applications, aux équations à trois et quatre variables, de la méthode homographique la plus générale, résultant de la position relative de deux plans superposés. — **M. J. de Rey-Pailhade** propose d'appliquer le système décimal au jour et au cercle. Le jour serait divisé en 100 parties ou *cés* et le cercle en 100 parties ou *cés*; le cent-millième de jour ou *millié* deviendrait l'unité physique de temps. Ce système présenterait de nombreux avantages. — **M. Mesnager** a fait de nombreuses expériences sur la déformation des métaux. Il conclut que la limite des efforts tangentiels résistants à la même forme que le frottement de glissement extérieur. On peut donc assimiler la résistance au glissement interne à un frottement. L'auteur donne les valeurs du coefficient de frottement interne pour divers métaux. — **M. P. Valerio** adresse une note sur la loi des erreurs d'observations.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. L. Décombe** a mesuré expérimentalement, par la photographie des oscillations sur une plaque au gélatinobromure, la période d'un excitateur de Hertz. Les expériences confirment la théorie de MM. Poincaré et Bjerknes d'après laquelle l'excitateur n'émet que des radiations d'une seule longueur d'onde. — **M. G. Sagnac** établit que les différents gaz, et, en particulier, l'air atmosphérique, transforment les rayons X en rayons secondaires d'une nature différente, aussi bien que le font les divers corps solides. — **M. V. Crémieu** décrit un nouvel interrupteur pour les bobines d'induction. Cet appareil est destiné à remédier à l'inconvénient suivant que présentent les autres systèmes d'interrupteurs : c'est que les forces électromotrices induites, de sens inverse, ne sont pas égales en valeur absolue. Par contre, le nouveau modèle nécessite une assez grande perte d'énergie. — **MM. A. Etard** et **G. Meker** ont préparé un hydruure de dicamphène solide, cristallisé, de formule $C^{10}H^{14}$ par l'action du sodium sur le chlorhydrate de térbenthène. — **M. H. Imbert**, par l'action de la cyanamide en solution bouillante sur le bromure pulvérisé, en présence de potasse, a obtenu un produit vert qui cristallise avec deux molécules d'eau : c'est une dicyanimidodibromodioxiquinone dipotassique



En solution aqueuse, elle donne un produit violet sous l'influence des acides. — **M. L. Jolly** a dosé le phosphore dans les corps organiques par deux méthodes différentes, l'une n'intéressant que les phosphates minéraux, l'autre tout le phosphore. Les résultats semblables obtenus dans les deux cas lui permettent de conclure qu'il n'existe pas de phosphore métalloïdique non oxydé intégré dans une molécule organique. — **M. J. Laborde** a établi que le *Botrytis cinerea*, vivant en parasite sur le raisin, sécrète une oxydase qui se retrouve dans le moût et produit l'altération connue sous le nom de *casse brune*. L'auteur a dosé l'oxydase au moyen de la teinture de gaïac et montré qu'une unité

d'oxydase précipite un gramme de matière colorante par litre et brunit la couleur non précipitée. — **M. P. Picard** indique un procédé de dosage colorimétrique du manganèse contenu dans les terres et les végétaux. Il consiste à calciner les terres ou les cendres végétales avec du carbonate de soude, à dissoudre la masse dans de l'eau acidulée et à traiter le liquide par de l'acide nitrique et un peu de peroxyde de plomb. Le manganèse passe à l'état de permanganate et colore le liquide en rose. On compare ensuite cette couleur à celle de solutions titrées de permanganate. — **M. A. Lacroix** a constaté que le sulfate anhydre cristallisé, obtenu par calcination du gypse à une température relativement basse, se transforme en anhydrite, si l'on élève la température jusque vers le point de fusion de ce dernier corps.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. L. de Saint-Martin** a constaté que le sang normal, de même que le sang des animaux soumis aux inhalations de chloroforme, dégage, lorsqu'on le traite, dans le vide à 40°, par un acide organique, de petites quantités d'oxyde de carbone comprises entre 0,08 et 0,2 %. Ce gaz préexistait-il dans le sang? L'auteur ne le pense pas et croit plutôt qu'il prend naissance par l'action de l'acide sur une substance contenue dans le sang, et cela par un mécanisme analogue à celui qui produit des traces d'oxyde de carbone lors du dosage de l'oxygène, au moyen des pyrogallates alcalins. On n'est donc pas fondé à admettre que les inhalations de chloroforme produisent l'apparition d'oxyde de carbone dans le sang. — **MM. Bataillon** et **Terre** ont observé deux nouvelles formes de tuberculose, obtenues par passage de la tuberculose humaine sur des animaux tels que la grenouille. Ces formes, transportées ensuite sur le cobaye, ont fourni des animaux tuberculeux ne renfermant pas le bacille de Koch. — **M. F.-J. Bosc** a examiné un très grand nombre de tumeurs cancéreuses et y a observé cinq types morphologiques de formations anormales, étrangères à nos tissus. Ce sont : 1° des formes micrococciques ou microbiennes; 2° des granulations; 3° des formes cellulaires de volume variable, parmi lesquelles des formes pseudopodiques; 4° des formes enkystées; 5° des formes sarcodiques. — **MM. R. Sorel** et **A. Soret** adressent une note sur un cas d'éléphantiasis avec troubles nerveux guéri après application des rayons X. — **M. Léon Vaillant** communique quelques remarques sur les appendices de Bloch chez les Silurides du genre *Aspredo*. Ces appendices sont de véritables Oophores et non simplement des appareils protecteurs de l'œuf. — **M. Yves Delage** montre que chez les Spongiaires, seuls parmi tous les êtres, l'invagination normale des feuillets est renversée, l'endoderme se portant à la surface pour former l'épiderme, et l'ectoderme s'enfonçant à l'intérieur pour former les cavités digestives. Cette différence est assez grande pour élever les Spongiaires au rang d'embranchement, en les opposant, sous le nom d'*Evantioderma*, aux *Calenterata*, dont les feuillets, quand ils existent, s'invaginent dans le sens normal. — **MM. Maldiney** et **Thouvenin** ont observé que les rayons X hâtent la germination, tout au moins pour les graines de Liseron, Cresson alénois et Millet. — **M. Trabut** a constaté que les taches vertes qui s'étendent sur le dos des tranches de mandarines sont dues au *Septoria glaucescens*, qui fait fermenter le suc du fruit et produit une altération de son parfum. — **MM. L. Dupare** et **F. Pearce** ont fait l'étude détaillée du pondingue de l'Amène, dans le val Ferret suisse; ils le rapportent à l'Infrafas. — **MM. W. Kilian** et **E. Haug** ont recherché l'origine des nappes de recouvrement de la région de l'Ubaye. La nappe inférieure se rattache à une bande anticlinale, qui va de Jauzières au col de Famouras. La nappe supérieure provient des anticlinaux, appartenant au faisceau de Retéty et, actuellement, laminés au milieu du Flysch. — **M. Jean Brunhes** décrit quelques phénomènes de corrosion et d'érosion qu'il a observés au barrage de la Maigrange, sur la Sarine (Suisse). La molasse du fond, homogène

et tendre, était admirablement faite pour subir ces actions qui consistent en la formation d'écaillés et de marmites fluviales.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 25 Janvier 1898.

M. Duplay signale l'influence bienfaisante des injections de sérum au cours de l'intervention opératoire dans les hématomés. — M. Albert Robin entreprend de réhabiliter certaines médications fort en honneur autrefois et aujourd'hui presque abandonnées : la saignée, les vomitifs et le vésicatoire. Ses expériences sur les échanges généraux et les échanges respiratoires démontrent que la saignée provoque une suractivité dans les phénomènes de la nutrition élémentaire, et favorise l'oxydation et, par suite, l'élimination des toxines microbiennes. Les vomitifs, dans l'infection bronchique, sont aussi de puissants agents d'oxydation, outre qu'ils réalisent le curage des bronches. Le vésicatoire augmente la ventilation pulmonaire. — M. Trasbot établit que la saignée, même assez forte, n'a pas d'effet nuisible sur le cheval. Elle est utile, et même souvent nécessaire, dans la pneumonie et la congestion de la moelle. L'émétique est également utile dans la pneumonie du cheval. — M. Huchard proteste contre l'abus des vésicatoires, qui a souvent un effet fâcheux. — M. le Dr Folet lit une note sur le traitement opératoire des flexions utérines (cunéo-hystérectomie vaginale).

Séance du 1^{er} Février 1898.

M. le Président annonce le décès de M. J. Péan, membre de l'Académie. — M. Hervieux signale les bons résultats qu'il a obtenus, pendant vingt-trois ans, de l'application des ventouses scarifiées et des vésicatoires dans le traitement de la péritonite puerpérale. Il proteste contre l'ostéotomie dont ces modes d'intervention sont frappés aujourd'hui. — MM. V. Cornil et Carnot ont constaté que des plaies de l'uretère et de la vessie avaient été réparées et reconstituées par une lame du grand épiploon. — M. le Dr Roché lit un mémoire sur l'alcoolisme et la cirrhose hépatique dans l'Yonne. — M. le Dr Ricard donne lecture d'un travail sur les greffes d'os vivants. — M. le Dr Chippault lit une note sur le traitement de l'épilepsie, de l'idiotie et d'autres états encéphaliques analogues par la résection des ganglions cervicaux supérieurs du sympathique. Il communique également un travail sur le traitement des scolioses par l'immobilisation en bonne position.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 15 Janvier 1898.

MM. Bardier et A. Charrin ont étudié l'action de la botuline sur les mouvements du cœur; cette substance produit une modification du rythme, un ralentissement des contractions. La botuline, introduite par l'intestin, conserve ses propriétés, contrairement aux autres toxines. — M. G. Lemoine (de Lille) a observé cinq cas d'épilepsie larvée dans lesquels l'accès épileptique était simplement caractérisé par des troubles gastriques avec ou sans perte de connaissance. Ces accès ont été guéris par l'administration prolongée du bromure de potassium. — M. Lemoine (du Val-de-Grâce), après avoir constaté l'insuccès du sérum de Marmorek contre un micro-organisme assimilé au streptococque, s'est rendu compte qu'il était en présence d'une espèce différente, ne produisant pas de chaînettes. — MM. A. Sicaud et R. Mercier ont étudié le passage du bleu de méthylène à travers le placenta. Leurs expériences ont eu lieu sur des femmes au moment de l'accouchement. Le temps minimum pour le passage du bleu dans les urines du nouveau-né oscille entre une heure vingt et une heure trente. — M. Garnier a observé un cas de péritonite sèche donnant une symphyse complète du foie au péritoine, s'étendant jusqu'au péricarpe. —

M. L. Lapicque étudie les rapports entre la variation du poids du corps et celle de l'encéphale chez les animaux. Pour le chien, il arrive à une loi logarithmique assez simple. — M. Hagopoff en voie une note sur le développement du col de l'utérus. — M. Trouessart décrit quelques faits de fécondation automnale chez le chevreuil, la chauve-souris, la couleuvre.

Séance du 22 Janvier 1898.

MM. A. Charrin et C. Phisalix ont étudié l'action du venin de vipère sur le système nerveux; elle offre des analogies avec celle des toxines. Chez le lapin, le venin produit une paralysie double des membres postérieurs, avec ulcération de la peau. La lésion tend à remonter vers le bulbe. — M. Weiss présente un lapin atteint de malformations des pattes de devant; il est issu d'un père auquel on avait pratiqué une lésion expérimentale de l'oreille. — M. J.-V. Laborde présente un microphonographe perfectionné et en montre les applications. Nous ne reviendrons pas sur la description de cet appareil, qui a été faite ici même d'une façon détaillée¹. — M. Bouchard, en examinant par la radioscopie une jeune chlorotique, a observé l'amplication de l'oreillette au moment de l'inspiration. — M. Labbé a étudié l'influence des injections de sérum à 7 % sur le sang des nourrissons. Malgré l'amélioration de l'état général, il se produit une diminution de l'oxyhémoglobine, due probablement à la dilution. — M. H. Meunier a constaté une augmentation de la leucocytose dans le sang des enfants atteints de coqueluche; cette leucocytose atteint son maximum au moment des quintes. — M. Maragliano a préparé un extrait aqueux des bacilles de la tuberculose qui possède les mêmes propriétés que la tuberculine glycérique de Koch. Cet extrait est neutralisé par le sérum antituberculeux.

Séance du 29 Janvier 1898.

MM. E. Gley et Camus ont remarqué que l'injection de sérum d'anguille chez le lapin produit une diffusion de l'hémoglobine des globules rouges; chez le hérisson cet effet ne se produit pas. Si le lapin est préalablement immunisé contre le sérum d'anguille, ce dernier ne provoque plus de diffusion de l'hémoglobine. — MM. Gilbert et Garnier décrivent sous le nom d'*anémie sévère* l'état particulier de l'organisme qui suit la ponction de l'ascite dans la cirrhose. Elle est caractérisée par une hyperglobulie relative, qui passe à l'état cachectique. — MM. Gilbert, Garnier et Poupinel présentent la radiographie d'un acromégale. A côté de diverses lésions, on remarque une ombre qui paraît correspondre au thymus hypertrophié. — MM. Achard et E. Weil ont pratiqué, sous la peau, des injections de glycose chez des sujets sains et à un certain état pathologique. Chez les sujets sains, le glycose est absorbé par les tissus et ne se retrouve pas dans l'urine. Chez des arthritiques, avec tendance à l'obésité, mais non glycosuriques, une glycosurie légère s'est manifestée. Enfin, chez des diabétiques avérés, le pouvoir glycolytique du sang était abaissé. — M. Bégouin (de Bordeaux) a constaté que la rentrée de l'air dans les veines produit la mort par asphyxie. Cet air s'accumule dans le ventricule droit; si on l'en retire par ponction capillaire, on voit les accidents asphyxiques s'atténuer. — M. Apert a constaté, dans l'angine sableuse de M. Dieulafoy, la présence du tétragène pur, très virulent; quand il est associé à d'autres microbes, il est moins virulent. — MM. Triboulet et Ceyon ont rencontré, dans le rhumatisme articulaire aigu de l'homme, un bacille qui, inoculé dans la veine de l'oreille du lapin, a produit la mort par asystolie aiguë. Les lésions de l'endocarde sont semblables à celles du

¹ LOUIS OLIVIER : Le microphonographe et ses applications à l'éducation des Sourds-Muets, à la téléphonie et à la cinématographie. *Revue générale des Sciences* du 30 décembre 1897.

rhumatisme. — MM. J. Sabrazès et P.-R. Joly ont observé, dans la pulpe vaccinale fraîche de génisse, un nouveau *Streptothrix* présentant des caractères assez particuliers; jusqu'à présent, on doit le considérer comme un simple saprophyte. — M. Yvon étudie les causes qui peuvent produire le voile des plaques en photographie. Outre la lumière et les actions mécaniques, la chaleur intervient; la simple pression de la main sur la plaque suffit à l'impressionner; si l'on prend une main morte, chauffée à la même température qu'une main vivante, on obtient les mêmes effets; le fluide vital n'intervient donc pas. — M. Weiss communique un nouveau procédé pour l'étude des contractions musculaires. — MM. Dastre et Floresco ont trouvé, dans la bile, une substance qui semble donner au spectroscope les mêmes bandes d'absorption que la chlorophylle.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Décembre 1897 (Suite).

M. E. Carvalho s'occupe de la *dispersion rotatoire magnétique*. A la formule donnée par M. Becquerel

$$\rho = -k\lambda \frac{dn}{d\lambda}$$

il a comparé les valeurs de la rotation données par M. Joubin et les nombres $\frac{dn}{d\lambda}$ déduits de la formule de dispersion qu'il a calculée lui-même. Dans le spectre visible on obtient les résultats suivants pour les premières raies du cadmium :

λ	1	2	4	5	6	7
λ	6.437	5.377	5.084	4.799	4.677	4.415
$\frac{\rho}{\lambda \frac{dn}{d\lambda}}$	304	301	295	297	294	293

Dans l'extrême ultra-violet la formule de dispersion est insuffisante; il est très difficile d'obtenir de bonnes valeurs de $\frac{dn}{d\lambda}$. M. Carvalho écrit l'équation précédente, en laissant seulement $-kdn$ au second membre et en intégrant

$$\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \rho d \log \lambda = -K(n_1 - n_0).$$

Le second membre est connu par les expériences de M. Joubin, le premier s'évalue par une mesure d'aire. On obtient pour les diverses raies du cadmium :

λ	1	4	7	9	18	24
$\int \rho d \log \lambda$						
Δn		297	294	299	293	319

L'écart du dernier nombre semble dû à l'imperfection de la valeur de n , pour la raie Cd_{22} , fournie par M. Joubin; la conclusion est que la loi de M. Becquerel, si elle n'est pas absolument rigoureuse, donne certainement le terme de beaucoup le plus important. Elle permet de prévoir pour le sel gemme, le spath et le quartz un minimum du pouvoir rotatoire magnétique respectivement un voisinage des longueurs d'onde 2,45 μ , 4,12 μ , 4,0 μ , c'est-à-dire dans un champ accessible à l'expérience.

Séance du 17 Décembre 1897.

M. le Président annonce la perte que la Société vient de faire en la personne de M. Roux, ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris. — M. G. Sagnac: Sur la transformation des rayons X par les métaux. La surface d'un métal frappée par les rayons X ne les réfléchit pas sensiblement, quelle que soit la perfection du poli (mercure), et si grande que soit l'incidence (jusqu'à 75°). Mais la couche superficielle du métal,

dans une épaisseur comparable au centième de millimètre, est le siège d'une transformation des rayons X incidents. Les rayons secondaires ainsi produits impressionnent les plaques photographiques, excitent la fluorescence des écrans aux platino-cyanures, déchargent complètement les corps électrisés. Leur propagation se fait rectilignement sans diffraction ni réflexion sensibles. En transmettant les rayons secondaires, les différents corps (par exemple : les métaux, la paraffine, le papier, l'air lui-même) les absorbent inégalement suivant la nature du métal qui les a émis et bien plus énergiquement que les rayons X. Les rayons secondaires ne sont pas formés par une portion du faisceau incident des rayons X; ce sont de nouveaux rayons; en effet, en filtrant les rayons

X incidents à travers une feuille d'aluminium de $\frac{1}{5}$ de millimètre d'épaisseur, par exemple, on n'affaiblit pas considérablement l'émission des rayons secondaires; mais on la supprime en grande partie, même si la feuille d'aluminium est employée à filtrer les rayons secondaires. Quand les rayons X frappent un métal électrisé, la décharge qu'ils provoquent est due, pour une part, variable avec la nature du métal, aux rayons secondaires que le métal émet et qui paraissent provoquer, dans le gaz ambiant, une certaine conductibilité électrique, comme le font les rayons X eux-mêmes. Cet effet secondaire, dû aux rayons secondaires du métal, s'exerce à distance; l'action propre du métal n'est donc pas localisée sur la surface du conducteur. L'hypothèse, faite par M. J. Perrin, d'un phénomène purement localisé à la surface du conducteur, à la manière d'une différence de potentiel par contact, explique suffisamment les expériences de M. J. Perrin, mais n'explique pas celles de M. Sagnac. L'aluminium, qui absorbe et diffuse peu les rayons X, absorbe et diffuse énergiquement les rayons secondaires, en donnant des rayons tertiaires encore bien plus difficilement transmis par l'aluminium. Les rayons secondaires ou tertiaires obtenus par une transformation ou par deux transformations successives des rayons X semblent intermédiaires entre les rayons X actuels et les rayons de Lénard. D'autre part, si l'on compare les rayons X à des rayons ultra-violettes extrêmes, les nouveaux rayons X, fournis par les métaux, doivent être placés en-deçà des rayons X connus (et assez près des rayons produits par les tubes de Crookes à vide peu poussés), de même que les rayons émis par un corps fluorescent se placent en-deçà des rayons de plus courte longueur d'onde dont ils sont la transformation. — M. Jean Perrin fait observer que, parmi les belles expériences de M. Sagnac, celles qui sont relatives au rôle du métal dans la décharge ne sont pas contradictoires avec les siennes. Il rappelle qu'il a démontré que l'action du métal est principalement localisée dans une couche mince adhérente au métal et dont l'épaisseur est de l'ordre du millimètre. L'hypothèse qu'il avait proposée pour expliquer ces faits ne permettait d'ailleurs pas de prévoir ceux qu'a observés M. Sagnac. Au contraire, quelle que soit la minceur de la couche active, on pourra toujours expliquer son rôle par l'hypothèse de rayons secondaires très absorbables et, par là même, très actifs. — M. A. Cornu dit qu'en se rapportant aux idées exprimées par Stokes dans une conférence, il n'y aurait peut-être pas lieu de chercher la place à assigner aux rayons X dans la série des radiations. Ces rayons pourraient en effet être constitués par des ébranlements uniques de l'éther, c'est-à-dire par une succession d'ondulations simples, et ne posséderaient par suite aucune des propriétés liées à la périodicité. — M. le Dr Marage : Etude des voyelles par la photographie des flammes manométriques. La méthode employée est très simple : une bande de papier sensible passait, d'un mouvement uniforme (1^{re}, 50 à la seconde), devant un objectif photographique, et recevait l'image négative de la flamme d'acétylène vibrant, au moyen d'une capsule manométrique, sous l'influence de la parole; une deuxième flamme, vibrant au 1/54 de seconde, était photographiée en même temps, et servait de chrono-

mètre. Sept voyelles : I, U, OU; E, EU, O; A, ont été étudiées par M. Marage. Les résultats obtenus graphiquement, et que, par conséquent, tout le monde peut contrôler, sont les suivants : 1° Il faut distinguer les voyelles parlées et les voyelles chantées; il existe, entre ces deux classes de voyelles, des différences très grandes : les premières sont formées par les cavités buccino-pharyngiennes et, accessoirement, par les cordes vocales; dans la formation des voyelles chantées, les cordes vocales ont une influence prépondérante; 2° chaque voyelle parlée est toujours caractérisée par un même groupe de flammes, et l'on a les voyelles à une flamme : I, U, OU; à deux flammes : E, EU, O; à trois flammes : A.

I U OU (Une flamme.)
 I U
 E EU O (Deux flammes.)
 A (Trois flammes.)

Cette classification correspond à celles de Grassmann, de Helmholtz, et aux tracés obtenus par L. Hermann; 3° en parlant chaque voyelle devant la capsule, on obtient un certain nombre de flammes; chacune correspond à une vibration double; on peut donc compter leur nombre, ce qui donne la *vocalité* de chaque voyelle. La vocalité est fixe pour chaque voyelle et pour chaque expérimentateur, si la façon de prononcer reste la même; elle change dans le cas contraire. Chaque voyelle est donc caractérisée plus par son tracé, qui ne change pas et lui est propre, que par sa vocalité, qui varie entre certaines limites; si jusqu'ici on a accordé une si grande importance à la vocalité, c'est que les expérimentateurs se servaient surtout de l'oreille comme moyen d'observation; 4° on peut, en combinant la voyelle A avec I, U, OU, obtenir les tracés caractéristiques des voyelles à deux flammes E, EU, O; il n'y aurait donc que trois voyelles fondamentales : I, U, OU avec une flamme; A avec trois flammes; pour les autres, on a :

$$\begin{aligned} A + (-I) &= \dot{E} \\ A + (-O) &= EU \\ A + (-OU) &= O \end{aligned}$$

Ces équations sont également vraies quand on remplace les voyelles par leurs vocalités; cette expérience vérifie la théorie de Grassmann. On pourrait expliquer ainsi pourquoi les paroles sont mal entendues dans les chœurs : deux voyelles, en se superposant, pouvant donner naissance à une troisième; 5° les *voyelles chantées* n'ont aucune ressemblance avec les voyelles parlées; dans la *voix d'homme*, les voyelles passent constamment de l'une à l'autre sans que l'oreille puisse noter cette transformation; c'est le tracé seul qui l'indique. Dans la *voix de femme*, la flamme caractéristique, et par conséquent la vocalité, disparaît, et il n'y a aucune différence entre les vibrations d'un diapason et celles de la voix; toutes les flammes sont égales entre elles et également distantes : ceci s'explique par ce fait que ce sont les cordes vocales qui chantent; 6° on comprend alors pourquoi on a cherché en vain la vocalité dans la voyelle chantée, puisque, ou la voyelle se transforme, ou la vocalité n'est plus perceptible. Ceci explique non seulement les désaccords entre les divers expérimentateurs, mais encore pourquoi la voix chantée est moins bien comprise que la voix parlée : parce que le chanteur conserve la note et lâche la vocalité, c'est-à-dire la voyelle, tandis que l'orateur conserve la vocalité et lâche la note.

Séance du 7 Janvier 1898.

M. V. Chabaud : Nouvelle lampe à acétylène. Cette lampe se compose d'un vase en porcelaine, destiné à contenir le carbure de calcium, surmonté d'un vase en verre destiné à renfermer l'eau. Ces deux récipients sont reliés l'un à l'autre au moyen d'un dispositif en verre constitué par deux tubes concentriques. Le tube intérieur permet au liquide du récipient en verre de

n'arriver que goutte à goutte sur le carbure; il est de construction telle que le nombre des gouttes augmente lorsque la pression diminue dans le vase renfermant le carbure, et diminue lorsque la pression augmente dans le même récipient. Le tube extérieur permet au gaz qui est produit dans le vase en porcelaine de se refroidir en gagnant la tubulure, qui est raccordée au moyen d'un tube souple à un bec d'éclairage surmontant l'ensemble de l'appareil. L'appareil de M. Chabaud est, à la fois, une lampe portative ou un gazogène portatif. Il est utilisé comme lampe portative, lorsque l'on raccorde directement à un bec d'éclairage, qui surmonte l'appareil, la tubulure qui communique avec le récipient en porcelaine; il est utilisé comme gazogène portatif, quand on raccorde la tubulure qui communique avec le récipient en porcelaine à une lampe de bureau, à une lampe de piano, à un bec de Bunsen spécialement établi pour brûler l'acétylène, ces différents appareils pouvant être placés à une certaine distance du gazogène. M. Chabaud montre aussi un type de lampe différent du premier, en ce sens qu'il n'y a sur ce modèle aucun tube souple. Dans ce modèle, le vase en porcelaine est relié par un joint étanche au vase en verre qui le surmonte; entre les deux récipients se trouve le même régulateur étudié par M. Chabaud. Le tube qui amène le gaz acétylène au brûleur surmontant l'appareil traverse, de part en part, le vase en verre et l'eau qu'il contient. La condensation de l'eau et des produits volatils entraînés par le gaz se fait donc, dans ce type, au moyen du tube enveloppé de toutes parts par l'eau qui alimente la lampe. — M. A. Broca a étudié systématiquement les propriétés utilisables dans divers cas pour mettre les instruments de mesure à l'abri des oscillations du sol. Il a vu que l'isolement d'un support de galvanomètre sur caoutchouc donnait les plus mauvais résultats. Il a attribué ceci à ce que les oscillations, sûrement absorbées par le caoutchouc, changeaient de nature par sa présence. L'étude de la synchronisation des oscillants montre, en effet, que l'énergie d'une oscillation synchronisante a moins d'importance que son accord avec l'oscillation synchronisée. Si donc les oscillations sont transformées de manière à ce que leur période se rapproche de celle du système magnétique considéré comme oscillant autour de son point de suspension, l'effet sera mauvais. L'étude faite au bain de mercure a montré que le système sur caoutchouc transmettait des oscillations plus lentes que celles du sol. Dans le cas du galvanomètre il faut employer la suspension Julius. Celle-ci peut être réduite à une extrême simplicité et donner déjà des résultats excellents. Il suffit de suspendre par trois fils une planchette lourdement chargée et munie de quatre larges ailes en bois plongeant dans des vases pleins d'huile. Enfin, pour l'équipage lui-même, il faut avoir la suspension la plus longue possible, car les oscillations transmises ont toujours une courte période. Mais, si le caoutchouc seul donne de mauvais résultats dans ce cas, il n'en est pas de même quand on n'a plus de système oscillant à période lente. Ainsi, pour les points délicats de l'optique, l'isolement par cale de caoutchouc d'une lourde table permet de faire sur celle-ci d'excellentes mesures. D'excellentes cales en caoutchouc sont faites par M. Anthoni pour l'isolement des moteurs à gaz, et donnent les meilleurs résultats. — M. C.-E. Guillaume rend compte des expériences faites par M. John Burke, sur l'absorption de la lumière par les corps fluorescents. L'auteur a démontré, par divers procédés, qu'un corps susceptible d'émettre de la lumière fluorescente absorbe des radiations analogues à celles qu'il émet plus fortement lorsqu'il est excité que lorsqu'il est obscur. Ce phénomène ne pourrait être rattaché directement à la loi de Kirchhoff que si l'on attribue aux éléments fluorescents du corps absorbant une température fictive correspondant aux radiations qu'ils émettent. Mais cette généralisation de la notion de température conduirait à modifier sensiblement nos idées sur l'essence même de la température,

considérée jusqu'ici comme dépendant d'un certain mouvement d'ensemble des molécules, avec une répartition bien déterminée de tous les états vibratoires. Il semblerait plus simple de modifier l'énoncé même de la loi de Kirchhoff, dont on ferait disparaître explicitement la notion de température. L'expérience de M. Burke indique qu'un corps est absorbant lorsque, pour une cause excitatrice quelconque, il émet actuellement cette radiation. L'énoncé de la loi de Kirchhoff devrait être déduit de ce fait très général. On peut d'ailleurs imaginer un modèle mécanique du phénomène. Si l'on donne, à un pendule oscillant librement, des chocs dirigés dans le sens de son mouvement à chacun de ses passages par la position d'équilibre, il absorbera une partie de leur énergie. Si maintenant on oblige le pendule à exécuter des oscillations forcées d'une période différente, il absorbera de nouveau partiellement les chocs qui lui seront donnés synchroniquement à son nouveau mouvement. L'analogie avec le phénomène découvert par M. Burke n'est pas parfaite, mais elle peut aider à le comprendre. — M. H. Le Châtelier a étudié, en collaboration avec M. Coupeau, une méthode pour la mesure des dilatations qui permet d'atteindre la température de 1000° et est, en même temps, assez simple pour convenir aux laboratoires d'usine. On procède par comparaison avec une tige de porcelaine, dont la dilatation a été déterminée par des expériences antérieures. La différence de dilatation entre le corps étudié et cette tige-étalon est mesurée par l'inclinaison d'un petit miroir fabriqué en silice fondue et capable de supporter, sans altération, des températures très élevées.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

J.-A. Fleming, F. R. S., et J. Dewar, F. R. S. : Les constantes diélectriques de la glace pure, de la glycérine, du nitro-benzol et du dibromure d'éthylène aux basses températures. — Les appareils employés par les auteurs sont les mêmes que ceux qui ont déjà été décrits⁴; ils sont représentés par les figures 1 et 2.

Dans le but de déterminer l'influence des plus petites traces d'impuretés, les auteurs ont repris la mesure de la constante diélectrique de l'eau. Ils ont opéré d'abord sur de l'eau distillée avec des précautions infinies et après avoir lavé très soigneusement le condensateur; les résultats obtenus sont résumés dans la courbe « eau pure » de la figure 3. Puis les expériences ont été continuées avec de l'eau distillée ordinaire des laboratoires; on a construit alors la courbe « eau distillée » de la figure 3. Cette seconde courbe présente un maximum de la constante diélectrique aux environs de 65°. On sait d'ailleurs, d'après Thwing, Drude et Heerwagen, que la constante diélectrique de l'eau, à partir de 0°, s'abaisse à mesure que la température s'élève. Comme cette constante s'abaisse également du côté des basses températures, il n'est pas douteux qu'il existe un maximum effectif. Mais ce maximum varie énormément avec les impuretés; il se rapproche probablement de 0° pour l'eau très pure. La constante diélectrique de l'eau varie encore légèrement avec la fréquence du vibreur;

les résultats obtenus avec les fréquences 120 et 250 sont résumés dans deux courbes de la figure 3. Une autre courbe donne la variation de la constante diélectrique

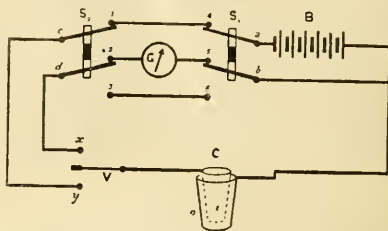


Fig. 2. — Schéma des connexions entre les divers appareils. — B, batterie; C, condensateur; V, vibreur; G, galvanomètre; S₁, S₂, commutateurs.

d'un mélange de 39 % d'alcool éthylique et 61 % d'eau. Une dernière courbe est relative à la glycérine; on a

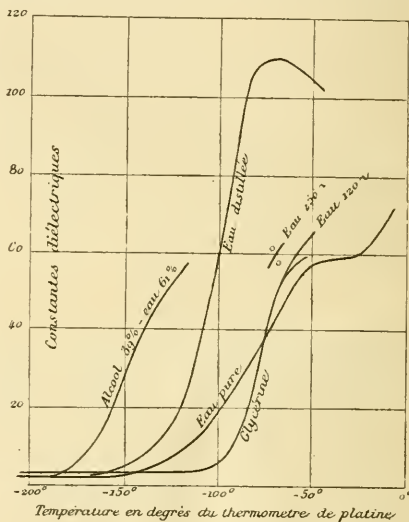


Fig. 3. — Variation de la constante diélectrique de quelques liquides avec la température.

constaté que sa résistance diminuait quand sa constante diélectrique augmentait.

Les résultats relatifs au dibromure d'éthylène et au nitro-benzol ont déjà été signalés⁴.

Jagadis Chunder Bose : Sur la détermination des indices de réfraction de quelques substances pour les radiations électriques. II. Indices de réfraction du verre. — On sait, d'après Maxwell, que la constante diélectrique K et l'indice de réfraction μ d'un corps, pour des radiations infiniment longues, satisfont à la relation $K = \mu^2$. Or, cette relation ne s'est pas toujours vérifiée; pour le verre, en particulier, on est arrivé à de grandes divergences. L'auteur a cherché à déterminer exactement la valeur de l'indice μ pour le verre, en utilisant la méthode qu'il a déjà décrite pour

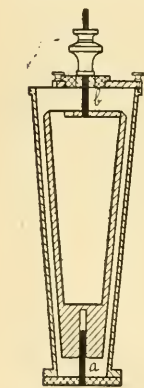


Fig. 1. — Condensateur électrique. — Le liquide à expérimenter est placé (en a) entre les deux cônes interne et externe, puis soumis à la congélation.

pureté; il se rapproche probablement de 0° pour l'eau très pure. La constante diélectrique de l'eau varie encore légèrement avec la fréquence du vibreur;

⁴ Revue générale des Sciences du 15 décembre 1897, pages 969 et 970.

⁴ Loc. cit. (fig. 2, page 970).

le soufre. Nous en rappellerons le principe : Un morceau de la substance à examiner, en forme de demi-cylindre, est placé sur le plateau d'un spectromètre; sur la circonférence se trouve un radiateur produisant les ondes électriques, qui vont frapper la surface plane du demi-cylindre. On fait varier l'angle d'incidence de ces ondes, jusqu'à ce que le phénomène de la réflexion totale se produise; ce moment est indiqué par un récepteur qui reçoit les ondes après réflexion. On mesure l'angle de réflexion totale et on en déduit l'indice de réfraction. On peut opérer également avec deux demi-cylindres se regardant par leurs faces planes et séparés par une lame d'air.

L'auteur décrit les précautions spéciales qu'il a dû prendre pour opérer sans trouble, avec des radiations infiniment longues et de grande intensité. Il a dû construire un radiateur spécial. Les expériences faites avec un seul demi-cylindre ont donné, pour l'angle de réflexion totale, $28^{\circ}30'$; on en déduit que $\mu = 2,08$.

L'auteur a opéré ensuite avec deux demi-cylindres; ils étaient séparés par une lame d'air de 2 centimètres. L'angle critique observé était de 29° ; on en déduit que $\mu = 2,04$.

L'auteur a ensuite cherché à calculer l'indice de réfraction en mesurant la déviation d'un rayon réfracté. Pour cela, il prenait un demi-cylindre de verre et y plaçait le radiateur à son foyer principal, la partie cylindrique étant tournée vers le radiateur. Les rayons émergent par la face plane en faisceau parallèle et venaient frapper le récepteur. Les premières mesures faites par ce procédé étaient incertaines et variaient de cinq à six degrés. Il y avait en effet deux causes de troubles : les ondes ayant une longueur finie et non infinie, il n'existait pas de limite géométrique déterminée entre les

voyé sur le récepteur; celui-ci répondait donc bien avant d'être situé en face du milieu du faisceau réfracté. L'auteur, pour remédier à cet inconvénient, qui était le plus grave, pensa à recouvrir l'intérieur du tube récepteur d'une substance absorbante pour les radiations électriques; de nombreux corps furent expérimentés : le papier buvard mouillé est celui qui répondit le mieux à l'attente. Enfin, M. Bose résolut presque complètement le problème en plaçant devant le récepteur deux écrans inclinés, situés l'un derrière l'autre; le premier possédait une assez large ouverture, le second une ouverture plus petite (fig. 1). Avec ce dispositif, on put obtenir des mesures bien définies.

L'auteur a procédé à deux séries d'expériences. Dans la première, la réfraction se fait du verre dans l'air; dans la seconde, les rayons passent de l'air dans le verre. Toutes les lectures ont été doubles; on mesurait d'abord la limite inférieure de l'angle de réfraction, puis la limite supérieure; les deux limites ne diffèrent jamais de plus de 1° . La moyenne des valeurs de μ obtenues dans la première série d'expériences est de 2,04; dans la seconde série elle est de 2,03.

En résumé, l'indice de réfraction du verre employé, pour des radiations d'une fréquence de 10^{10} environ, est en moyenne de 2,05. L'indice de réfraction de ce verre pour la lumière ordinaire était de 1,53.

E.-H. Grifiths, F. R. S. Récentes recherches sur l'équivalent mécanique de la chaleur. — L'auteur signale les dernières recherches

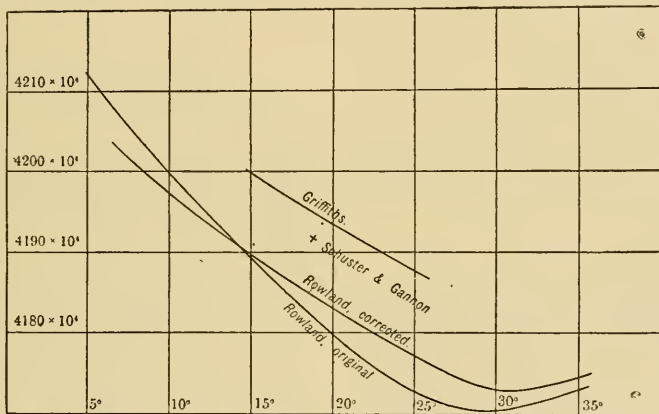


Fig. 2. — Mesures de la chaleur spécifique de l'eau en unités C. G. S. donnant la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur.

de MM. Rowland et Ames sur l'équivalent mécanique de la chaleur. Ces savants ont mesuré la chaleur spécifique de l'eau entre 5° et 35° en unités C.G.S.; les thermomètres dont ils se servaient ont été comparés avec un étalon du Bureau international. La fig. 2 résume les résultats obtenus; on y a figuré, en outre, les anciennes mesures de Rowland, puis les mesures de Griffiths et celles de Schuster et Gannon, obtenues par des méthodes électriques. Les différences qu'on peut y constater sont probablement dues à une erreur inhérente aux étalons électriques.

de MM. Rowland et Ames sur l'équivalent mécanique de la chaleur. Ces savants ont mesuré la chaleur spécifique de l'eau entre 5° et 35° en unités C.G.S.; les thermomètres dont ils se servaient ont été comparés avec un étalon du Bureau international. La fig. 2 résume les résultats obtenus; on y a figuré, en outre, les anciennes mesures de Rowland, puis les mesures de Griffiths et celles de Schuster et Gannon, obtenues par des méthodes électriques. Les différences qu'on peut y constater sont probablement dues à une erreur inhérente aux étalons électriques.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 21 Janvier 1898.

M. Fitzgerald présente quelques photographies du phénomène de Zeeman obtenues par M. Preston avec des flammes de sodium, de fer, de cadmium et de zinc. Dans l'explication du dédoublement des lignes, l'auteur fait intervenir l'hypothèse de l'absorption de certaines radiations par la vapeur métallique. — M. Oliver Lodge s'occupe de la photographie sans fils et spécialement des cohérences, dont il a le premier donné l'idée. À l'origine, le mot cohérence s'appliquait au simple contact de deux surfaces métalliques. Ce terme a été ensuite étendu aux tubes à limaie de M. Branly et il en est

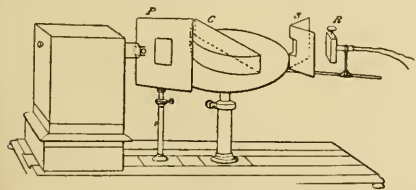


Fig. 1. — Appareil de M. Bose pour la détermination de l'indice de réfraction du verre pour les oscillations électriques. — A gauche, le radiateur; p, écran diaphragme; c, demi-cylindre de verre; S, écran spécial placé devant le récepteur R.

rayons et l'ombre. D'autre part le récepteur était renfermé dans un tube; quand le bord du faisceau réfracté venait toucher le coin du tube, il était réfléchi et ren-

résultat quelque confusion. M. Lodge ne pense pas, en effet, que la simple réunion des particules métalliques, puis leur séparation ultérieure puissent expliquer complètement le fonctionnement du tube de M. Branly. La sensibilité d'un cohéreur dépend du nombre des contacts; elle est maximum pour un contact simple, comme celui d'une pointe d'aiguille avec un ressort d'acier. Avec un cohéreur aussi sensible, il suffit d'un léger choc pour produire la rupture, et on ne peut pas employer de courants d'une intensité supérieure à un milliampère. Un tube de Branly, au contraire, devient meilleur quand il est bien secoué. L'auteur donne, en passant, quelques indications sur les substances qui conviennent le mieux pour former le tube de Branly. M. Lodge a aussi modifié le vibreur et le récepteur de Hertz. La pièce principale de son nouveau vibreur est une bobine de self-induction, destinée à prolonger la durée des oscillations. Le récepteur ne présente aucune coupure; il se compose d'un circuit clos, en série avec le cohéreur. La rupture du cohéreur n'est plus produite par un tremblement mécanique, mais simplement en mettant le cohéreur en relation avec un circuit différent de celui du récepteur. L'inscription des oscillations se fait au moyen d'un siphon dû au Dr Muirhead. — En réponse à une observation de M. Campbell-Swinton, M. Lodge annonce qu'il a remarqué la sensibilité du cohéreur vis-à-vis des faibles changements de courant qui se produisent dans des circuits voisins, comme, par exemple, dans la canalisation électrique servant à l'éclairage de la salle. — M. Silvanus Thompson présente un oscillateur de Tesla modifié. Il est composé d'une bobine d'induction, avec une bobine de self-induction séparée dans le circuit primaire; celle-ci sert d'électro-aimant pour l'interrupteur séparé du circuit primaire. Un condensateur est placé entre une extrémité de la bobine primaire et une extrémité de l'interrupteur.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 16 Décembre 1897.

M. John J. Sudborough et Lorenzo Lloyd publient le résultat de leurs recherches sur la stéréochimie des composés non saturés. Ils s'étendent spécialement sur l'hydrogénation des acides acryliques substitués du type (1) H (Y) C : C (X) CO²H et Z (Y) C : C (X) CO²H qui représente le type *trans*, et du 2° type (2) H (Y) C : C (X) CO²H et H (Y) C : C (CO²H) X représentant le type *cis*. L'hydrogénation d'un acide acrylique α substitué est plus difficile que celle d'un acide β . — MM. John J. Sudborough et Martin E. Feilmann : Note sur les conditions de la formation et de la saponification des éthers. — M. Meyer Wilderman : Nouvelle méthode pour déterminer les points d'ébullition en solution très diluée. — M. Arthur Lapworth considère que beaucoup de corps isomères organiques regardés jusque-là comme appartenant à des types différents, ne sont que des cas spéciaux d'une forme plus générale qui peut être exprimée par l'équation réversible :

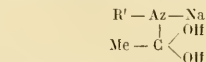


Séance du 20 Janvier 1898.

Sont nommés, à titre de membres étrangers : MM. Arrhenius, Th. Curtius, A.-P.-N. Franchimont, W. Körner, W. Markownikoff, N.-A. Menshutkin, H. Moissan, W. Ostwald, F.-M. Raoult, I. Remsen, W. Spring, L.-J. Troost, P. Waage et J.-D. van der Waals.

MM. Bevan Lean et W.-H. Watmough ont perfectionné la méthode de production de l'iode chimiquement pur. Pour cela, ils se servent de l'iodeur cuivreux qu'ils préparent au moyen de l'iodoforme. Ce corps est ensuite décomposé par la chaleur. — MM. J.-T. Hewitt et

F.-G. Pope décrivent une série de dérivés de la bromotolylhydrazine C⁶H³BrMe (AzH²) parmi lesquels ses sels, son dérivé acétylé, puis la bromotolylaldehydthiosémicarbazide, la fururaldéhydebromotolylhydrazone, la benzaldéhydebromotolylhydrazone, etc. — MM. John Addyman Gardner et George Bertram Cockburn donnent le résultat de leurs recherches sur les terpènes et, spécialement, sur l'oxydation du fenchène. — MM. Julius B. Cohen et C.-E. Brittain ont préparé une série de composés résultant de l'action des alcalis sur les amides et auxquels ils attribuent la formule générale :



— MM. Julius B. Cohen et H.-T. Calvert : Formation de monométhylaniline, en partant de la diméthylaniline. — Les mêmes auteurs publient une deuxième note sur un couple aluminium-mercure. — M. Walter J. Elliott : Action du chloroforme et des hydroxydes alcalins sur les acides nitrobenzoïques.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 13 Janvier 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. K. Carda : Géométrie des surfaces à courbure constante.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. J.-M. Eder et E. Valenta : Le spectre de lignes du silicium.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. G. Sluder a étudié le rôle physiologique de l'anastomose qui réunit les nerfs laryngiens supérieur et inférieur; elle est de nature purement sensorielle. — M. L. Réthi démontre, d'autre part, que le nerf laryngien inférieur, dans sa partie moyenne, ne possède aucune fibre sensorielle. — MM. L. Austerlitz et K. Landsteiner : Sur l'épaisseur des bactéries de la paroi intestinale. — M. J. Steiner : Prodromes d'une flore lichénologique de la Grèce continentale. — M. J. von Siemiradzki : Excursions géologiques dans le sud du Brésil.

Séance du 20 Janvier 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. von Hepperger a déterminé la trajectoire de la comète de Biela d'après les observations faites de 1826 à 1832; il a calculé les perturbations produites par Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne et Uranus.

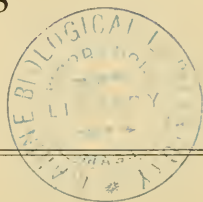
2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Hann pose les bases d'une théorie de l'oscillation journalière du baromètre. L'auteur a cherché d'abord à préciser les variations barométriques diurnes normales, en se servant des observations faites dans un lieu où celles-ci ne seraient pas troublées. Il a recueilli dans ce but les observations faites sur mer, à bord des navires, et dans de petites îles océaniques. Il a été ainsi amené à reconnaître, près de l'équateur, l'existence d'un maximum diurne vers 5 heures et demie du matin et d'un minimum vers 5 heures et demie du soir. L'amplitude de l'oscillation diurne normale est, à l'équateur, le tiers de l'oscillation du jour seul doublée. Ces amplitudes possèdent une période annuelle. L'auteur analyse ensuite les modifications provoquées dans les oscillations diurnes par les déplacements d'air quotidiens qui se produisent sur les côtes ou dans les régions montagneuses. De ses observations, l'auteur déduit enfin que l'amplitude de la variation barométrique diurne à l'équateur est de 0,92 mm. — MM. A. Jolles et F. Neuwirth : Détermination quantitative de très petites quantités d'acide phosphorique.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER



VOYAGES D'ÉTUDE DE LA REVUE

CROISIÈRE EN NORVÈGE ET AU CAP NORD

DU 15 JUILLET AU 10 AOUT 1898

Dans notre livraison du 15 décembre 1897, nous annonçons que le Comité de Patronage de nos Voyages d'étude avait donné son approbation à notre projet d'organiser pour l'été de 1898 une croisière en Norvège et au Cap Nord.

Fort de cet appui, nous avons immédiatement pris nos dispositions pour mener cette entreprise à bonne fin. Sans doute, nos lecteurs apprendront avec intérêt que, dès à présent, tous les détails du voyage sont réglés.

Le choix de l'itinéraire et des escales nous a été dicté par cette considération qu'une croisière en Norvège devait, selon l'avis de notre Comité de Patronage, avoir pour but : d'une part, l'étude physique de cette partie du monde scandinave; d'autre part, l'examen économique d'un pays auquel sa situation géographique, la structure de son sol et les singularités de son climat imposent des conditions de vie très différentes de celles qui nous sont familières. Tout, en Norvège, provoque, en même temps que l'admiration de l'artiste, la curiosité du savant : les montagnes et les glaciers, qui refoulent la population sur le littoral et dans les îles; les découpures des côtes, figurant une dentelle de récifs sur la mer; l'océan, enfin, à qui les Norvégiens doivent le principal élément de leur industrie : la pêche, et la spécialité de leur commerce : la navigation marchande.

Pour permettre aux touristes de jouir du spectacle des beautés naturelles et de les étudier en vue d'apprécier la part des facteurs physiques dans la civilisation du pays, nous avons tenu à leur faire visiter successivement tous les types de forêts, glaciers, moraines, vallées, villes, villages, pêcheries, fumées, exploitations forestières, agricoles et industrielles, que renferment, du sud au nord, la Norvège et ses îles. Et nous avons combiné le plan du voyage de façon à varier d'un jour à l'autre la nature du spectacle, à faire alterner, autant que possible, les promenades maritimes et les excursions à terre.

Suivant la règle ordinaire de nos croisières, le bateau presque constamment servira d'hôtel, afin d'épargner au voyageur les ennuis et les irréparables pertes de temps qu'on subit quand on se transporte, avec son bagage, d'auberge en auberge.

Le navire *la Lusitanie*, paquebot de 4.000 tonneaux, spécialement aménagé, comme on sait, pour la navigation de plaisance dans les mers du Nord, prendra les touristes de la *Revue* à Dunkerque le 15 juillet et les conduira directement à Bergen.

Dans cette ville, la plus commerçante et la plus vivante du royaume, se tiendra alors une Exposition très curieuse. Les Norvégiens se proposent d'y réunir tous les produits de leur activité maritime, pastorale, industrielle et scientifique. Ils y exhiberont aussi les matières premières et les marchandises ouvrées qu'ils achètent à l'étranger. Nos compatriotes auront donc là l'occasion de se livrer à une très profitable étude.

Nationale dans son ensemble, l'Exposition comprendra une section internationale, consacrée aux Pêches et à la Marine de commerce. On y verra notamment tous les types d'engins et de vaisseaux employés à la capture du poisson, et la série des opérations pratiquées par les peuples du Nord pour le sécher, le fumer ou en faire des conserves à l'huile. — Comme nous l'avons déjà indiqué, les Français de Provence, de Languedoc, d'Algérie et de Tunisie auraient intérêt à exposer cette année à Bergen, avec indication de prix, l'huile et le lége qu'ils récoltent, ainsi que le sel qu'ils extraient des marais, ces substances étant aujourd'hui réclamées en quantités considérables par l'industrie des conserves en Norvège¹.

Indépendamment du fiord magnifique au fond duquel Bergen est située, les environs de la ville sont charmants. En particulier le district de Fantoft mérite une visite. L'excursion que nous y organisons permettra aux touristes

¹ Voyez à ce sujet la *Revue* du 15 oct. 1897, t. VIII, p. 767.

de revenir le soir coucher au bateau; le lendemain matin ils se réveilleront en pleine mer. Le navire s'arrêtera à Molde pour qu'ils puissent admirer les merveilles de ce site enchanteur et, sous la conduite des conférenciers de la *Revue*, en étudier le système architectonique.

L'escala suivante aura lieu à Trondhjem, dont l'immense fiord est le plus célèbre de l'Europe, où se trouve le plus extraordinaire monument de la Scandinavie : l'ancienne cathédrale gothique, l'un des plus purs chefs-d'œuvre du Moyen-Age. La ville, ses musées, ses entrepôts et ses magasins de pelletteries réclament une visite attentive. Après l'avoir accomplie, les touristes seront conduits en voiture aux chutes dites de Lerfossen. Une excursion à ces gigantesques cascades offre, indépendamment de l'attrait du but, l'avantage de montrer au voyageur l'une des contrées les plus fertiles de la Norvège.

Après Trondhjem, les escales successives jusqu'au Cap Nord seront Torgbatten, dans l'île du même nom, où l'on fera l'ascension du glacier, puis, en plein Nordland, Tromsø, et, dans l'île de Kvalø, Hammerfest, la ville la plus septentrionale du vieux continent. Ces stations ont été choisies non seulement en raison de l'originalité de leur physionomie et de leur beauté propre, mais aussi parce que, contrairement à l'idée que nous nous en faisons de pauvres petites cités engourdis dans le froid aux confins du monde habité, elles possèdent un remarquable outillage mécanique, des dynamos et la lumière électrique, et surtout une industrie très développée et que nous devons étudier : celle des grandes pêches.

La *Lusitanie* voguera ensuite vers la région des banquises. Elle arrivera à l'île de Mørgen le 25 juillet, à neuf heures du soir, c'est-à-dire en plein jour, car l'un des charmes de cette croisière en Norvège est qu'en cette saison de Juin, Juillet et Août, il n'y a pas de nuit. Etendus sur le pont du navire, les passagers laisseront passer les heures sans que le sommeil les surprenne, trompés par cette douce et fascinante lumière qui ne cesse d'illuminer le paysage et retient continuellement sur l'étrangeté de la nue, sur l'aspect changeant de la mer et des côtes, l'attention du voyageur. C'est en pleine clarté que les touristes feront l'ascension du Cap Nord, lieu d'élection pour jouir du spectacle de la nature horale, et d'où se déconvoit, sous l'éclat du soleil de minuit, l'une des plus grandioses perspectives du monde.

Doublant le Cap Nord, le paquebot continuera sa route vers l'est dans l'Océan Glacial. Il s'engagera dans le Porsangerfiord, golfe gigantesque bordé de hautes montagnes de glace et dans lequel les grands Cétacés, baleines et narvals, les morses et les phoques, classés pour leur fourrure, viennent chercher refuge.

Au retour, les arrêts seront nombreux et suffisamment prolongés pour faire connaître aux touristes une partie

de la Laponie norvégienne, et leur permettre : d'une part, d'étudier, sur les côtes, les divers armements de pêche; d'autre part, d'excursionner dans la profondeur du pays. On visitera le Lyngenfiord, dont les pêcheries de baleines méritent un examen particulier; après quoi, le navire, continuant sa route à travers les méandres des côtes et des îles, se rendra à Tromsø, déjà entrevu à Aller, puis à Hindø, l'une des Lofoten; il s'arrêtera à Harstad, d'où les touristes iront au camp des Lapons; le bateau les mènera ensuite à Lodingen, situé dans la même île, puis à la pointe sud d'Øst-Waagø, autre île des Lofoten, à Henningsvaer, centre principal des pêcheries de morue, enfin à Svarfissen, dont le gigantesque et féérique glacier sera escaladé par tous les amateurs des grandes scènes naturelles. L'un des directeurs scientifiques de la croisière y trouvera le sujet d'une conférence topique sur les phénomènes glaciaires et la géologie des glaciers.

Sensiblement plus au sud, Naes, — avec excursion minéralogique à Romsdal, — puis Merok-Geirangerfiord, Hellesylt, Oie, Bjerke et Mundal, — avec excursions aux glaciers, — enfin Balholmen et Gudvangen, — avec pérégrination à Stalheim, — seront les dernières escales jusqu'à Bergen, car le navire fera, également au retour, station en cette ville, en raison de l'attrait exceptionnel qu'elle présentera cette année.

Les arrêts suivants auront lieu à Odde, — avec excursion aux célèbres cascades de Lofoten, — à Stavanger, fiord délicieux, port de commerce important, puis, finalement, au fiord et à la ville de Christiania. Cette grande capitale méritera d'être visitée en détail. Les environs aussi seront à voir. Plusieurs, au nord, comptent parmi les merveilles du monde, et sont, chaque année, l'objet de véritables pèlerinages esthétiques. C'est en cette région de la Norvège que la vie intellectuelle, si remarquable en ce pays, est le plus développée. La *Revue* s'est déjà occupée de ménager à ses voyageurs la possibilité d'en goûter les charmes.

De Christiania, le navire ramènera les touristes à Dunckerque.

Pendant la durée du voyage, des conférences seront données à bord par deux savants, choisis par notre Comité de Patronage : M. J. Thoulet, professeur de Minéralogie et d'Océanographie à l'Université de Nancy, et le baron Jules de Guerne, secrétaire général de la Société Nationale d'Acclimatation, ancien président de la Société Zoologique de France et de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche. Nous les remercions d'avoir bien voulu assumer cette tâche délicate de nous faire connaître, en de rapides entretiens, tout ce que peuvent enseigner, au cours d'une croisière d'un mois en Norvège, l'étude physique de la mer et de ses productions, du sol émergé et de ses richesses minérales, végétales et animales, comme aussi l'examen attentif des sociétés humaines qui, sur une telle base, ont su édifier leur civilisation. LA DIRECTION.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection à l'Académie des Sciences de Berlin. — C'est toujours joie pour la *Revue* d'avoir à annoncer l'attribution d'une haute distinction scientifique à l'un de ses collaborateurs. La *Revue* goûte tout particulièrement ce plaisir en apprenant aujourd'hui à ses lecteurs que l'Académie des Sciences de Berlin vient de s'adjoindre comme membre correspondant M. Emile Picard, membre de l'Académie des Sciences de Paris et professeur de Calcul infinitésimal à la Sorbonne.

Cet hommage semble d'autant plus appréciable qu'il est rarement décerné à un savant français.

§ 2. — Physique

Transmission de l'énergie électrique sans conducteurs matériels. — A l'occasion des expériences de Müller, dont notre distingué collaborateur M. Lucien Poincaré a parlé dans son récent article sur la transmission de l'énergie par les milieux naturels¹, M. le Professeur E. Wiedemann lui a adressé la lettre suivante, qui intéressera nos lecteurs :

« Mon cher Collègue,

« J'ai lu avec grand intérêt votre article dans la *Revue*

¹ *Revue générale des Sciences* du 30 janvier 1898.

générale des Sciences. Peut-être vous intéressera-t-il de savoir que, sur mon conseil, M. Ebert a cherché à vérifier dans mon laboratoire les résultats de Müller, et qu'il n'a pu les confirmer.

« Recevez, etc..... »

« E. WIEDEMANN. »

La remarque du savant physicien d'Erlangen renforce, comme on le voit, les doutes que M. L. Poincaré émettait sur les conclusions à tirer des expériences de Müller, et nous porte à considérer comme extrêmement petite l'amplitude de la vibration lumineuse.

§ 3. — Electrochimie

La fabrication électrolytique des réflecteurs paraboliques. — Les réflecteurs des projecteurs de lumière sont constitués exclusivement par des miroirs de verre. Ceux-ci reviennent à un prix très élevé et on a cherché, depuis longtemps, à les remplacer par des réflecteurs métalliques. Mais il est fort difficile de

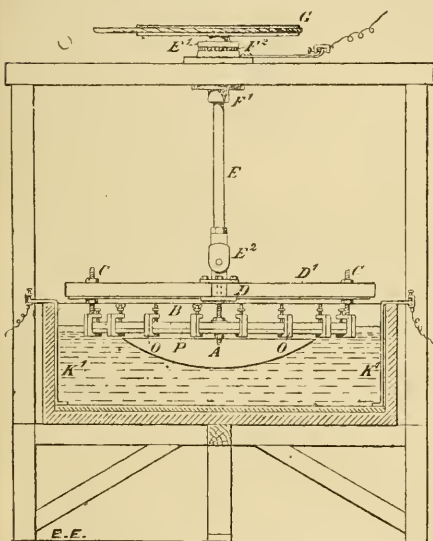


Fig. 1. — Fabrication électrolytique d'un réflecteur métallique. — A, moule, supporté par l'anneau B, les écrous C, le châssis D, la tige E; G, poulie communiquant au moule un mouvement de rotation.

produire un réflecteur métallique parfait; le tournage, la fonte suivie du polissage, l'estampage ont été successivement mis en œuvre sans donner de résultats satisfaisants. En outre, il est peu de métaux qui ne se ternissent pas après avoir été exposés à la chaleur d'un fort arc électrique.

A la dernière séance de l'*Institution of Electrical Engineers*, M. S. Cowper-Coles a décrit, dans tous ses détails, un procédé électrolytique de fabrication des réflecteurs, procédé très intéressant et qui semble appelé à un grand avenir. Voici les principes de la méthode : On prépare un moule en verre, dont le côté convexe est taillé et poli en forme de surface réfléchissante parfaite, parabolique ou autre. Sur cette surface, on dépose chimiquement une couche d'argent. Le moule ainsi préparé est immergé dans un bain de sulfate de cuivre et soumis à un mouvement de rotation; on fait passer un courant, et le cuivre se dépose sur

l'argent en formant la surface du réflecteur. On retire alors le moule et on le place dans de l'eau, qu'on chauffe légèrement; par suite des dilatations inégales qui se produisent, la couche de cuivre se détache du moule. Le cuivre est alors recouvert d'une lame mince d'un métal non ternissable par la chaleur (le palladium) et le réflecteur est prêt à servir.

La technique des procédés employés est la suivante : Le moule de verre doit être parfaitement lisse et propre avant le dépôt de la couche d'argent; le polissage se fait avec de l'oxyde de fer en poudre et le décapage avec une solution d'ammoniaque. Si l'on nettoyait le verre avec des réactifs plus énergiques, l'argent y adhérerait trop fortement et le moule pourrait se briser lorsqu'on le trempe ensuite dans l'eau chaude. Le dépôt d'argent doit être renouvelé chaque fois que l'on fabrique un nouveau réflecteur; ce dépôt est obtenu par précipitation d'une solution contenant 0,5 % de nitrate d'argent, 0,5 % de potasse et 0,25 % de glucose. La surface argentée est ensuite lavée, séchée et frottée avec un tissu de coton et du peroxyde de fer.

Le moule ainsi préparé est placé sur un anneau B (fig. 1 et 2), suspendu au châssis D; cet anneau relie électriquement la couche d'argent à l'un des pôles du circuit. Pour déterminer la grandeur du réflecteur et pour obtenir des bords absolument nets, un deuxième anneau N est placé comme le montre la figure 2. Des blocs de bois N' séparent les anneaux B et N, et sont maintenus par des colliers O (fig. 1 et 2). L'anneau N doit être fait d'un corps isolant ou recouvert d'un vernis protecteur pour empêcher le dépôt ultérieur du cuivre. L'anneau B est relié, par des boulons C, au châssis D, formé de bras en croix, lequel est suspendu lui-même à une tige verticale E. Cette tige

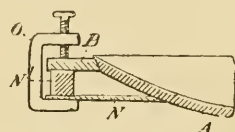


Fig. 2. — Détails du support du moule. — B, anneau supportant le moule; N, anneau limitant le dépôt électrolytique.

constitue l'axe d'une poulie G, mue au moyen d'une corde et transmettant son mouvement au moule A; la poulie est supportée par le collier E', roulant sur des billes F².

L'électrolyte est une solution de sulfate de cuivre (13 %) dans l'eau (84 %) additionnée d'acide sulfurique (3 %); il est contenu dans un grand bassin dont le fond constitue l'anode; le courant y est amené par des bandes de cuivre K¹. La couche d'argent du moule A est reliée à l'autre borne par l'anneau B, les boulons C, des bandes de métal D¹, le châssis D, la tige E et les billes F².

Le châssis D est relié à la tige E par un joint mobile E²; la raison est la suivante : Lorsqu'on introduit le moule dans la solution, il faut éviter de le mettre tout entier. On relève donc légèrement la tige E, on incline le moule autour du joint E² et on amène seulement le bord extrême de la couche d'argent en contact avec la solution; le contact s'établit, un peu de cuivre se dépose et on ramène peu à peu le moule à sa position horizontale. On fait alors tourner le moule jusqu'à ce qu'une petite couche de cuivre soit formée. On le retire, on place l'anneau N qui doit déterminer la grandeur du réflecteur, et on continue l'opération. Lorsque le dépôt a atteint l'épaisseur voulue, on retire le moule, qu'on porte dans de l'eau froide ou tiède; on chauffe vers 50° et les dilatations inégales qui se produisent dans le verre et dans le métal provoquent la séparation du moule.

Il ne reste plus qu'à recouvrir le réflecteur d'une couche de métal inattaquable. Pour cela, on le place dans un bassin de faïence R (fig. 3), contenant une solution à 0,62 % de chlorure double d'ammonium et de palladium dans une solution à 1 % de chlorure d'ammonium. Une anode de charbon S, ayant approximati-

vement la courbure du réflecteur, est fixée à l'extrémité d'une tige T, laquelle est reliée à un disque tournant au moyen d'une tringle. L'anode reçoit ainsi un mouvement de va-et-vient qui assure un dépôt uniforme du palladium sur tout le réflecteur. Le réflecteur est ensuite lavé à l'eau bouillante, puis placé dans de la sciure de bois; il est alors prêt à servir.

Les réflecteurs, obtenus par le procédé de M. Cowper-Coles, ont été soumis à de nombreux essais. Exposé à de très hautes températures, le palladium ne s'est pas terni. On a projeté de l'eau salée sur la surface encore très chaude; l'eau s'est transformée en vapeur et le sel s'est déposé; on a pu l'enlever ensuite sans inconvénient avec un chiffon. A Portsmouth, on a tiré à balle sur un réflecteur métallique; chaque balle l'a traversé, mais, alors même que le nombre des trous était assez élevé, le faisceau de lumière émis n'était pas altéré sensiblement. En tirant à balle sur un réflecteur ordinaire en verre, il s'est brisé au premier coup. On a enfin comparé des réflecteurs à palladium avec des réflecteurs à argent. L'argent réfléchit mieux la lumière, mais il se ternit rapidement; le palladium, au contraire, donne une lumière d'intensité constante. Le prix de revient des nouveaux réflecteurs est bien inférieur à celui des réflecteurs en verre. Le moule primitif, il est vrai, coûte plus cher qu'un réflecteur en verre de même grandeur, mais ce moule, une fois taillé, sert pour une série indéfinie d'opérations et le fabricant n'a plus à supporter que les frais d'argentage et de dépôt du cuivre et du palladium.

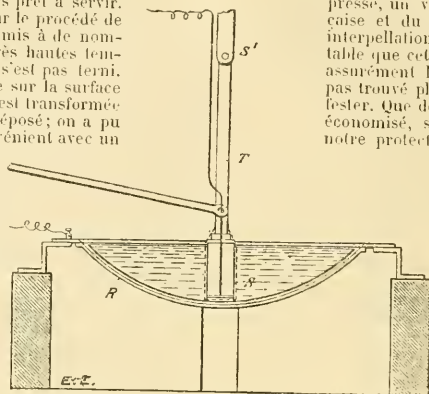


Fig. 3. — Dépôt électrolytique du palladium sur la surface du réflecteur. — R, réflecteur; S, anode de charbon suspendue à la tige T.

§ 4. — Géographie et Colonisation

Affectation de deux navires, « le Sénégal » et l'« Orénoque », à la prochaine croisière de la « Revue » en Méditerranée. — Tel est l'attait de cette croisière en Grèce, au Mont Athos et à Constantinople, que le navire le *Sénégal*, mis par la Compagnie des Messageries maritimes à la disposition de la *Revue*, ne peut contenir toutes les personnes inscrites au voyage. Le nombre des adhérents ayant, au début du présent mois, atteint 300, soit 100 de plus que le *Sénégal* peut en accueillir, nous avons demandé à la Compagnie des Messageries maritimes et obtenu d'elle un second vaisseau de même tonnage et de même type, l'*Orénoque*, sur lequel prendront place, en plus de la centaine de personnes conditionnellement acceptées au commencement de mars, celles qui, depuis, ont donné leur adhésion au voyage.

C'est ainsi qu'environ 400 touristes vont, par les soins de la *Revue*, visiter en Avril prochain l'une des régions les plus intéressantes de la Méditerranée orientale : toute la Grèce, l'île de Délos, le Mont Athos, l'ancienne Troie, Brousse et Constantinople.

Le *Sénégal* partira de Marseille le 3 avril et y rentrera le 24 du même mois. Les voyageurs y auront pour guide scientifique M. Georges Radet, professeur à l'Université de Bordeaux. L'*Orénoque* quittera Marseille le 9 avril et y sera de retour le 30. M. Diehl, professeur à l'Université de Nancy, dirigera cette croisière.

Les deux vaisseaux se trouveront ensemble au Pirée, de telle sorte que tous les passagers puissent assister aux fêtes du cinquantenaire de l'Ecole française d'Athènes, auxquelles nous croyons savoir que se propose de les convier l'éminent directeur de cet Etablissement, M. Th. Homolle.

Les travaux publics aux colonies : Les chemins de fer à Madagascar. — Depuis la conquête de notre nouvelle colonie, cette question des chemins de fer à Madagascar occupe à intervalles réguliers l'opinion publique. Depuis six semaines, elle nous a valu plusieurs discussions, des articles de presse, un vote de l'Union coloniale française et du Comité de Madagascar, et une interpellation au Parlement. Il est regrettable que cette préoccupation de l'opinion, assurément légitime dans le présent, n'ait pas trouvé plus tôt l'occasion de se manifester. Que de vies épargnées, que d'argent économisé, si, depuis l'établissement de notre protectorat dans la grande île africaine, nous avions pris soin

de créer une voie ferrée jusqu'à Tananarive ! La route, de douloureuse mémoire, que nos trop jeunes soldats ont dû construire pendant la campagne, compte plus de tombes que de bornes kilométriques, et elle est loin de répondre aux nécessités de l'heure actuelle. En effet, la colonisation de Madagascar ne peut s'effectuer d'une façon suivie que si non seulement la capitale, centre actuel du Gouvernement, mais encore les parties de l'île où se manifeste une vie économique un peu intense et partant des débouchés pour nos colonies et nos exportateurs, sont reliées à la mer et entre elles par un réseau de voies ferrées.

La question des chemins de fer à Madagascar est, en effet, complexe et ne doit pas, selon nous, se borner à l'étude et à l'exécution d'une seule voie ferrée. Elle embrasse d'ores et déjà un ensemble de lignes répondant toutes à de réels besoins et dont aucune ne saurait pleinement suffire aux nécessités présentes et à venir. Mais il faut savoir se borner et limiter ses œuvres aux ressources dont on dispose, de peur d'en compromettre à jamais l'exécution. Or, pour le moment, il s'agit de commencer le réseau des voies ferrées à Madagascar. Depuis un an que Madagascar est terre française, qu'avons-nous fait dans ce but ? quand sera posé le premier rail ? où le sera-t-il ? et qui va le poser ?

Au lendemain de la campagne, il parut tout à fait anormal et contraire à toute méthode de colonisation de laisser les bourgeois, seuls maîtres des communications du pays. Le prix du transport d's marchandises de la mer à Tananarive (1.400 fr. la tonne) parut excessif. Des officiers du génie tout d'abord, des ingénieurs ensuite, étudièrent le tracé d'une voie de pénétration.

Parmi les premiers, le Colonel Marnier et le Commandant Goudard relevèrent le tracé d'une voie ferrée partant de Tananarive pour aboutir à Tananarive en empruntant la vallée de la Volotra. Après eux, M. l'ingénieur en chef Duportal contrôla leur relevé et adopta les grandes lignes. Plus tard, une autre Mission, à la tête de laquelle fut placé M. l'ingénieur Lebard, relevait à 500 kilomètres plus au sud le tracé d'un chemin de fer destiné à relier Fianarantsoa à la mer.

A la suite de ces diverses missions, plusieurs syndicats présentèrent aux Pouvoirs publics des combinaisons financières d'exécution. La plus importante, ou, du moins, celle dont on a le plus parlé, émanant d'un Comité composé de notables commerçants bordelais, inspirés par un étranger, M. de Coriolis. La base de leur proposition consistait dans l'abandon par l'Etat d'une immense concession de terrains (520.000 hectares) à choisir en quatre ans sur les territoires les plus fertiles. Ce syndicat demandait encore à l'Etat d'intervenir à toute autre Société la construction du chemin de fer pendant deux

ans, afin de lui laisser le temps d'étudier le tracé et de réunir les fonds nécessaires à la mise en œuvre.

Cette combinaison, appelée à tort, suivant nous, « américaine », s'écartait des procédés de construction de voies ferrées employés en Amérique, par ce fait qu'aux Etats-Unis les concessions de terrains ont été données en bordure de la voie, tandis que les promoteurs de la combinaison Coriolis les demandaient dans un rayon qui s'en écartait de plusieurs centaines de kilomètres, dans les centres les plus riches et les plus favorables au développement de la colonisation.

C'était, en somme, beaucoup demander et offrir peu, si l'on songe d'une part que ce délai de deux ans n'impliquait pas que le chemin de fer dût être commencé au bout de la dixième année et, d'autre part, que son exécution reposait sur un concours financier qui n'était rien moins qu'assuré. Enfin, comme conséquence naturelle, c'était la colonisation retardée, ou du moins entravée pendant quatre ans, puisque l'une des conditions demandées par la Société s'appliquait au choix des points de l'île les mieux situés et les plus fertiles avec un délai d'option d'une égale durée.

Mais, tandis que ces propositions soulevaient à Madagascar des objections dont les Chambres de commerce de la colonie se sont fait l'écho, elles paraissaient rencontrer au Ministère des Colonies un accueil plutôt favorable. Une convention relative au chemin de fer fut présentée par la Compagnie au Parlement, mais la législation actuelle touche à sa fin et s'achèvera sans aucun doute avant qu'elle soit examinée.

La bienveillance apparente du Ministère des Colonies à l'égard des propositions du Syndicat bordelais s'explique par ce fait que, chose rare et peut-être unique dans nos annales coloniales, on venait proposer à l'Etat d'exécuter une œuvre d'utilité publique aux colonies sans lui demander d'argent, un chemin de fer sans exiger de garantie d'intérêt. Pour qui connaît les mœurs parlementaires, les difficultés qu'un ministre doit vaincre, surtout lorsqu'il appartient au département des Colonies, pour obtenir de la Chambre les crédits indispensables à la mise en valeur d'une partie du pays, il ne paraîtra pas étonnant que la proposition des Bordelais ait reçu un accueil sympathique de la part de M. Lebon.

Avant de s'engager, le Gouvernement voulut se rendre un compte exact de la valeur des propositions des négociants de Bordeaux, et il envoya à Madagascar, sous les ordres de M. le Commandant Roques, une Mission chargée d'examiner les chances de réalisation possible des divers tracés relevés par les ingénieurs. C'est en décembre dernier que cette Mission revint en France, rapportant au Gouvernement un tracé et un devis. Le tracé est celui que d'autres avaient en partie relevé : il comporte une ligne reliant Tananarive à la côte Est. Quant au devis, il dépasse les prévisions des ingénieurs et des négociants bordelais. La dépense s'élèverait à 150 ou 160,000 francs par kilomètre, tandis qu'on avait espéré la réduire à 100,000 francs.

Pendant que le Syndicat de Bordeaux présentait aux Pouvoirs publics le projet qui vient d'être esquissé, une Société d'études, celle qui devait envoyer à Madagascar M. l'ingénieur Lebard, saisissait le Parlement d'une demande de concession d'une route à péage pouvant être ultérieurement convertie en une ligne de chemin de fer entre Fianarantsoa et la côte Est de l'île. Cette proposition, présentée au Parlement sous la forme d'un projet de loi, eut le sort de la convention des Bordelais. Elle ne fut pas examinée. Effrayés des conditions inaccoutumées dans lesquelles cette concession était sollicitée et peu disposés à se montrer bienveillants envers les promoteurs d'une affaire qui comprenait les noms les plus estimés du monde du négoce et de l'industrie,

les leaders du parti socialiste émettent des objections de principe qui eurent pour effet d'obliger le Gouvernement à renvoyer sans examen le projet à la Commission des chemins de fer. Il n'en est pas revenu.

Est-ce à dire que l'indifférence de la présente législature et l'impossibilité de songer à construire le chemin de fer au moyen d'une concession de terres auront pour conséquence de reculer davantage la construction des voies ferrées à Madagascar ? Il faut croire que non. Le ministre des Colonies et, avec lui, tous ceux que l'avenir de Madagascar préoccupe, s'accordent à dire que le chemin de fer achèverait l'œuvre de pacification et serait le meilleur instrument de progrès économique de notre nouvelle colonie. Il s'est créé sur cette question du chemin de fer un mouvement d'opinion, une agitation, qui triompheront des difficultés. Jamais projet d'entreprise coloniale n'a réuni un tel concours de bonnes volontés. Financiers, ingénieurs, publicistes lui ont apporté leur appui. Ces efforts, signes évidents du mouvement colonial qui se dessine en France, seraient-ils donc découragés ? Nous nous refusons à le croire. L'opinion publique s'est manifestée par un vœu récent de l'Union coloniale française et du Comité de Madagascar, d'où il ressort que le tracé découvert par le Colonel Marmier, contrôlé par M. Duportal et définitivement adopté par le Commandant Roques, est celui qui doit être suivi tout d'abord. Mais hâtons-nous de dire que, dans la pensée des promoteurs de ce vœu, cette première ligne n'exclut pas celles dont l'utilité est dès à présent reconnue ; celle, par exemple, de Fianarantsoa à la mer, qui desservirait la province de Betsileo, une des plus riches de l'île.

Reste la question financière. Dans un récent discours à la Chambre, M. Lebon a déclaré qu'il était résolu à ne pas accorder une garantie d'intérêt aux sociétés disposées à entreprendre la construction de voies ferrées à Madagascar. Comment arriveront-elles à se procurer en France, où les capitaux sont encore si timides, si peu disposés à s'employer dans les entreprises coloniales, les 40 ou 45 millions destinés à la construction de la ligne Tamatave-Tananarive, pour ne parler que de celle-là ? Une combinaison nouvelle a surgi. Elle consiste à demander à l'Etat non plus une garantie d'intérêt, mais un minimum de trafic. Le Gouvernement semble disposé à accepter cette forme nouvelle de prime au transport. Il paraît être appelé à en retirer, pour le ravitaillement des troupes, des avantages considérables, si l'on songe au coût des transports actuels ; et d'autre part, le trafic assuré de ce chef constituerait pour le chemin de fer des recettes importantes. Ces avantages réciproques seraient-ils jugés suffisants par la finance française ? Nous voulons l'espérer. Le ministre a laissé à entendre qu'une proposition allait lui être faite en ce sens par un groupe de capitalistes. Puisse la nouvelle Chambre l'examiner avec bienveillance. Il y va de l'avenir de la colonie.

A la question des chemins de fer se rattache celle des ports. Le peu de sécurité des ports existant sur la côte Est constitue le côté faible des tracés qui s'en vont vraisemblablement adoptés. La Société auxiliaire de la colonisation française à Madagascar s'est attachée à résoudre cette difficulté. Elle a étudié la construction d'un port à l'embouchure de la rivière Faraony et relevé trois passes accessibles aux navires de fort tonnage. Les frais de construction de ce port s'élèveraient à environ 6 millions.

L'avenir nous réserve sans doute de voir un jour Tananarive réuni par une voie ferrée à la côte Ouest, où de semblables dépenses seront inutiles, car il y existe plusieurs ports profonds et sûrs. Ce sera l'œuvre du siècle prochain.

Joseph Godefroy.

L'ÉVOLUTION DE LA MÉCANIQUE CHIMIQUE

ET SES TENDANCES ACTUELLES

L'article suivant est la reproduction d'une leçon que feu Gustave Robin donna à la Sorbonne comme introduction à son cours de Chimie mathématique, avant d'être chargé d'y enseigner la Chimie physique.

Plusieurs des assertions qui y sont énoncées, devaient, dans la pensée du professeur, être l'objet d'une démonstration en règle dans les leçons suivantes. En les exposant ici d'après les notes que l'auteur avait rédigées pour son cours, la Revue n'entend nullement défendre jusque dans le détail toutes les idées du regretté savant; mais elle croit servir les intérêts de la Science en attirant l'attention de ses lecteurs sur les tendances nouvelles de la Chimie, dont Robin avait si remarquablement pénétré l'esprit et saisi la portée. Il s'était pris de passion pour la Philosophie naturelle et voyait dans les formules et les notations exemples d'hypothèses la condition même du développement de la science positive. Ayant longtemps vécu à l'écart du monde savant et dans la seule société des livres, il avait, au milieu de son isolement apparent, profondément médité sur les doctrines et les systèmes. Aussi fût-ce, pour la généralité du public, une révélation lorsque, discerné par un Maître perspicace, et appelé à la Sorbonne, il entreprit d'y enseigner les principes du Mécanisme en Chimie. Le talent qu'il déploya dans ce cours assurera à sa mémoire la reconnaissance et le respect de tous ceux qui se pressaient à ses leçons¹.

LA DIRECTION.

Après être restée longtemps une science descriptive, la Chimie est en train de devenir une science rationnelle; et déjà le puissant instrument de l'Analyse mathématique, auquel elle s'était montrée tant d'années rebelle, a su trouver le joint pour y pénétrer. — Il serait difficile de définir en quelques mots les multiples objets de cette Chimie nouvelle. Je dirai seulement que le plus important est l'étude mathématique des causes qui provoquent ou limitent les transformations de la matière. Ces causes sont de deux sortes : les unes, telles que les proportions relatives des éléments mis en contact, sont inhérentes au système en voie de formation; les autres, comme la température et la pression, émanent du milieu au sein duquel ce système est plongé. Mais je crois que je ferai mieux comprendre la nature des problèmes qui vont nous

occuper en en recherchant les origines dans l'histoire de cette science dont la création semble être de date récente, mais qui n'a vu le jour qu'après un laborieux enfantement.

I

Cette histoire remonte aux premières années de ce siècle, et, si l'on veut fixer une date, à l'an 1804, où Berthollet publia son *Essai de Statique Chimique*. De cette œuvre originale, où la vérité se mêle à l'erreur d'une manière si intime qu'il est malaisé de faire le départ de l'une et de l'autre, se dégage une idée d'une justesse profonde : c'est que les poids relatifs des corps qui prennent part à une réaction chimique ont une influence marquée sur le degré final de la transformation. Cette influence, c'est l'action de masse, suivant une expression introduite par Berthollet, et qui est restée dans la science. Une autre idée chère à Berthollet, et qui lui fut amèrement reprochée, c'est que les corps dissous peuvent s'unir les uns aux autres en proportions indéterminées : cette idée était parfaitement soutenable alors; elle pourrait encore se défendre aujourd'hui; mais je n'insiste pas sur cette assertion, qui risque de paraître étrange, et dont je n'ai pas le loisir de faire la preuve. Quoi qu'il en soit, après une discussion qui dura huit ans, de 1798 à 1806, le chimiste angevin Proust lit triompher contre son adversaire la loi des proportions définies, et la théorie de Berthollet, qui n'avait été vaincue que sur un seul point, fut enveloppée tout entière dans cette défaite.

Abandonnée en France, où elle succomba sous l'indifférence générale, elle ne put trouver de refuge à l'étranger : les communications étaient difficiles alors entre les différentes contrées de l'Europe; les rigueurs du blocus continental allaient bientôt les rendre impossibles entre la France et l'Angleterre, où florissait une brillante pléiade de chimistes, au premier rang desquels se distinguaient Humphry Davy et Dalton. L'anglais Thomson, auteur d'un *Système de Chimie*, dit qu'il ne put se procurer un exemplaire de la *Statique Chimique* qu'en 1816, après la conclusion de la paix.

Mais déjà toute réaction en faveur de la théorie délaissée était devenue impossible; car le monde savant venait d'accueillir avec enthousiasme le séduisant système que lui proposait le suédois Berzélius. La simplicité de ce système, qui réduisait l'affinité chimique à l'attraction des électricités

¹ G. Robin a peu publié. Un confident intime de sa pensée, qui a recueilli ses notes manuscrites, se propose de les éditer.

contraires, dont Davy avait déjà doté les atomes, captiva tous les esprits, enclins, à cette époque déjà lointaine, à confondre ce qui est simple et clair avec ce qui est vrai.

La théorie électrochimique régna en souveraine incontestée pendant un quart de siècle; puis elle fut détrônée en un clin d'œil le jour où elle dut s'avouer incapable d'expliquer comment le chlore, cet élément électro-négatif par excellence, pouvait, dans une foule de composés, se substituer si facilement à l'électro-positif hydrogène.

C'est alors que s'ouvrit pour la Chimie organique, sous les auspices de la Théorie atomistique que Dalton avait exhumée des ruines de l'Antiquité, une ère de prospérité inouïe. Si l'on devait juger d'un arbre par ses fruits et de la valeur d'un système par ses résultats pratiques, nulle doctrine au monde ne pourrait soutenir la comparaison avec la doctrine atomique. Ses succès ne peuvent plus se compter : elle les doit, en grande partie, à une notation singulièrement heureuse, qui représente en raccourci les propriétés les plus caractéristiques de chaque espèce chimique, bien supérieure sous ce rapport à une notation rivale dont les partisans se font de plus en plus rares et dont nous pouvons prédire avec certitude l'inévitable disparition. Mais ce n'est pas de ce symbolisme ingénieux, qui a le tort, à mes yeux du moins, d'avoir des rapports trop lâches avec la science véritable, que je veux louer les atomistes.

Nous devons les remercier d'un service signalé qu'ils rendirent à la Mécanique chimique. La passion qu'ils mirent à défendre leur système, toutes les fois qu'il semblait compromis par des exceptions apparentes à la loi d'Avogadro, fut infiniment plus clairvoyante que celle de leurs adversaires. Ils eurent le très grand mérite de reconnaître dans la dissociation la cause des anomalies surprenantes que présentent les densités de vapeur de certains composés volatils, tels que les sels ammoniacaux et l'hydrate de chloral. Ils mirent cette dissociation hors de doute par des expériences qui, quoi qu'on en ait dit, sont décisives, et dont nous ferons plus d'une fois ici même la base de nos calculs. Après avoir rendu cette justice aux défenseurs de la Théorie, il me sera permis de leur faire un aveu : j'ai peu de foi dans cette histoire si attrayante des corpuscules qui cherchent à échanger leurs atomicités et à satisfaire leurs valences; et je doute fort que le temps respecte ces petits chefs-d'œuvre d'une architecture curieuse, mais bizarre et fragile, qu'on appelle l'hexagone de Kekulé, le prisme de Ladenburg et le tétraèdre de Van't Hoff.

II

Tandis que, sous l'impulsion des idées de Dalton, la Chimie technique prenait ce brillant essor, la

Chimie rationnelle, qu'on pouvait croire descendue dans la tombe avec Berthollet, allait recommencer sa lente évolution. Depuis longtemps l'attention des savants s'était portée sur le développement de *chaleur* qui accompagne nombre de réactions chimiques; mais, de ce fait si remarquable ils n'avaient su dégager aucune loi générale. L'honneur de découvrir cette loi était réservé à l'allemand Hess, qui, en 1840, l'énonça en des termes d'une netteté frappante : *Une réaction dégage toujours la même quantité de chaleur, qu'elle soit directe ou indirecte.* Vous reconnaissez là le principe fondamental et unique de cette Thermochimie qui devaient illustrer plus tard les travaux de Julius Thomsen et de Marcellin Berthelot. L'expérience seule avait guidé les recherches de Hess; il ne se doutait pas qu'il venait de découvrir l'une des faces multiples d'une grande vérité, qui, couvée depuis longtemps, était enfin sur le point d'éclorre.

L'année 1842 est mémorable dans l'histoire de l'esprit humain. C'est l'année où fut promulgué par Jules-Robert Mayer le principe de la conservation de l'énergie. Disons à l'honneur de la Chimie que le travail de Robert Mayer parut dans les *Annales* de l'éminent Liebig; tous les directeurs des journaux de Physique à qui Mayer s'était adressé avaient dédaigneusement refusé l'insertion à cette œuvre, où se trouvaient, en somme, les idées qui allaient bouleverser la Science, renouveler la Philosophie, et faire sentir leur influence sur l'état social lui-même.

C'est le danois Thomsen qui, en 1853, sut reconnaître l'identité de la loi de Hess avec le principe de Mayer. Il apportait en même temps à la Thermochimie un principe nouveau, qui fut accepté, de confiance, comme une vérité indiscutable; c'est que toute réaction chimique est nécessairement accompagnée d'un dégagement de chaleur. Si la théorie de Berthollet n'avait pas été à cette époque ensevelie dans un oubli profond, si l'on avait soupçonné l'existence de ces transformations limitées dont nous connaissons maintenant tant d'exemples, on eût été moins prompt à donner droit de cité dans la science à une hypothèse incompatible avec l'existence de ces réactions incomplètes. Car, si une réaction donne lieu à un dégagement de chaleur sans pouvoir cependant aboutir à la destruction totale des corps mis en contact, la réaction inverse, que l'on provoquera par la mise en œuvre des produits de la première réaction (qui se poursuivra par une destruction partielle de ces produits), doit nécessairement être accompagnée d'une absorption de chaleur. Bientôt les faits observés par Thomsen lui-même se chargèrent de donner un démenti à sa conception trop hâtive. Puis les échecs au principe allèrent se multipliant de jour en jour, si

bien qu'à l'étranger on finit par rejeter comme un paradoxe insoutenable ce qu'on avait autrefois accepté, comme un axiome hors de conteste.

Il n'en fut pas de même en France, où le principe en question, retrouvé en 1869, puis remanié dans sa forme et modifié dans sa portée en 1875, se couvrait de l'autorité d'un nom plus grand que celui de Thomsen. Un homme, qui venait de s'acquérir une gloire immortelle en opérant, par un art qui tient du prodige, des synthèses dont jusqu'à lui la nature vivante avait jalousement gardé le secret, prit sous sa protection puissante la loi menacée. Toutes les ressources d'une intelligence aussi subtile que féconde s'employèrent à démontrer que force restait à cette loi dans toutes les occasions où elle avait manifestement le dessous. On lit d'abord une exception pour ces transformations limitées qui devenaient décidément trop gênantes : on les exempta d'obéir à la loi, sans bien justifier cette exemption de faveur. De cette loi on réserva toutes les rigueurs pour ces transformations totales dont le nombre allait malheureusement en décroissant à mesure que des observations plus précises révélaient la surprenante généralité des phénomènes d'équilibre chimique. Enfin, on donna à l'expression même de cette loi une allure plus circonspecte en disant que toute réaction chimique qui s'accomplit sans l'intervention d'une énergie étrangère, *tend* vers la production du système de corps dont la formation donne lieu au plus grand dégagement de chaleur. Mais la science ne sait pas ce que c'est que des tendances, elle ne connaît que des actes, elle ne tient compte que des faits ; et les faits, d'accord avec la théorie, condamnent ce principe à disparaître de la science, où il occupe une place usurpée. En prononçant ces paroles, j'ai le regret de contredire un maître dont la France est justement fière ; mais je n'oublie pas que ce maître illustre, en poursuivant avec une activité infatigable une vérité générale qui fuyait toujours devant lui, a su nous acquérir une foule de vérités partielles du plus haut prix ; car, dans la sphère de l'intelligence comme dans le monde de la matière, une loi juste veut que de grandes forces ne soient pas dépensées en vain ; et la science, enrichie par lui de tant de résultats nouveaux, dotée par lui de tant de méthodes originales, nommera toujours avec honneur celui qui aura préparé, pour ses conquêtes futures, un si riche arsenal.

III

Nous venons de raconter comment s'introduisit dans la Chimie la notion de la chaleur. Il nous reste à dire comment y fut réintégrée la notion de la *masse*. Les splendides expériences de Berthelot et de Péan de Saint-Gilles sur l'éthérification, qui

inaugurent une période nouvelle dans l'histoire de la Mécanique chimique, furent la cause indirecte de cette réparation faite à l'idée méconnue de Berthollet. Quand on chauffe un alcool avec un acide organique, il se forme un éther composé et de l'eau. Mais la transformation n'est pas complète : elle est limitée par la réaction inverse, qui régénère l'alcool et l'acide aux dépens de l'éther et de l'eau. Si l'on mêle à l'alcool des poids croissants d'acide, l'alcool se détruit de plus en plus ; on voit l'influence de la masse de l'acide. C'était le triomphe des idées exposées dans l'*Essai de Statique Chimique*. Deux savants scandinaves, Guldberg et Waage, le comprirent à merveille et furent les premiers à proclamer une vérité sur laquelle il ne subsiste plus aucun doute aujourd'hui.

Mais, cette action de *masse*, qui nous apparaît de plus en plus comme un fait culminant de la Chimie, où donc faut-il en chercher l'explication rationnelle ? Nous la chercherons et nous la trouverons dans un principe qui est l'une des plus grandes conquêtes, la plus grande peut-être, que le génie humain ait faite sur la Nature. Le principe de Sadi-Carnot, car c'est de lui que je veux parler, apparaît à qui l'approfondit, comme la loi universelle de la stabilité ; l'équilibre de position n'est que l'une des faces innombrables de cette stabilité dont je parle, comme la loi des vitesses virtuelles qui le régit n'est qu'un des aspects multiples du principe de Carnot. La découverte de ce principe, qui remonte à 1822, est le seul pas que l'idée d'équilibre ait fait depuis Archimède, mais c'est un pas de géant. Il n'y a point dans toute la science d'œuvre plus grande que celle de Carnot : ce n'est pas moi qui dis cela, c'est l'illustre anglais Lord Kelvin, qui a su faire produire à cette œuvre, dont il a le premier compris l'immense valeur, tant de fruits merveilleux. Ajoutons, pour prévenir toute erreur, que le principe de Carnot, comme toute vérité de cette envergure, ne devient fécond que si on l'associe à quelque loi supplémentaire fournie par la nature même du problème auquel on l'applique.

C'est Hortsman qui, en 1873, rattacha au principe de Carnot la loi numérique de l'équilibre chimique des *gaz*. Quoique sa démonstration soit radicalement insuffisante, puisqu'il tomba précisément dans l'erreur que je vous signale, l'histoire de la science ne doit pas oublier le nom de celui qui a le premier aperçu la raison d'être de l'action de masse.

Mais il nous faut revenir un peu en arrière, à l'année 1860, pour rappeler la révolution féconde que Henri Sainte-Claire Deville venait d'accomplir dans la Chimie. Arrêtons-nous un instant à l'œuvre de ce grand homme, car il ne faut pas cesser de faire valoir, à l'honneur de notre pays, cette œuvre

à laquelle les étrangers n'ont jamais rendu pleine justice. Avant H. Sainte-Claire Deville, une barrière infranchissable semblait séparer la Physique de la Chimie. D'un côté, il y avait le monde des phénomènes réversibles, disparaissant avec les causes qui leur avaient donné naissance : telle était la réduction de l'eau en vapeur et la condensation de la vapeur en eau : c'était le domaine de la Physique. De l'autre côté, était le monde des phénomènes irréversibles, persistant malgré la disparition des causes qui les avaient amenés : telle était, ou telle du moins paraissait être, la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone et du charbon : c'était le domaine de la Chimie. Deville renversa la barrière qui divisait les deux mondes. Il eut l'idée que, par des modifications convenables dans les conditions de pression et de température, on devait provoquer le renversement des réactions chimiques aussi bien que des changements d'état ; pour vérifier cette idée de génie, il inventa une technique absolument originale et, pour désigner une chose nouvelle, il créa un mot nouveau. Il appela *dissociations* ces décompositions incomplètes et réversibles dont il avait le premier soupçonné la généralité surprenante. Si nous voulons caractériser l'œuvre de Deville au point de vue de la science rationnelle, nous dirons qu'elle nous révéla l'influence des conditions extérieures sur l'équilibre chimique, tandis que les expériences de Berthelot et de Péan de Saint-Gilles nous montraient l'influence, sur ce même équilibre, des conditions internes. Ces deux influences ne s'excluent pas d'ailleurs : elles se superposent au contraire, comme nous le montrerons quand nous traduirons en langage mathématique ces idées que le langage ordinaire ne peut exprimer qu'avec peu de précision.

IV

Nous assistons tous les jours à des anéantissements et à des créations de matière. Cette vérité — exprimée dans un langage dont la nouveauté surprend et choque peut-être — n'est pourtant que la traduction fidèle et correcte des faits. Le charbon qui se consume dans nos foyers, l'huile qui s'épuise dans nos lampes, l'eau qui se dissipe dans nos bouilloires, c'est de la matière qui disparaît, qui se perd, qui s'anéantit. La rosée qui se dépose sur les feuilles dans les nuits froides de l'été, le givre qui vient fleurir nos vitres en hiver, c'est de la matière qui apparaît, c'est de la matière qui se crée. Mais cet anéantissement n'a pas lieu sans compensation, et cette création ne se fait pas *ex nihilo*. L'observation nous apprend qu'un corps ne disparaît jamais sans céder la place à d'autres corps ; nous dirons, si vous le voulez,

que la substance détruite renaît dans la substance créée, mais — comme on l'a dit d'une mère après sa mort — qu'elle renaît dans sa fille.

Cette substitution d'un système de corps à un autre, c'est ce que nous appellerons, sans être dupe de ce terme impropre, la *transformation* ou, pour remettre en honneur un mot cher aux alchimistes, la *transmutation* de la matière.

Dans tout ce que j'ai dit, il n'y a pas de place pour l'hypothèse. L'hypothèse, où la trouvons-nous, sinon dans la doctrine qui promulgue comme un dogme l'existence de ces substances simples, inaltérables, immuables, capables de s'engager dans des unions où elles conservent, tout en la dérobant à nos grossiers organes, leur inaliénable identité ?

Quoi que l'on pense de ces idées, ces transformations de la matière ont de tout temps attiré l'attention des hommes qui ont cherché soit à les provoquer par leur art, soit à les expliquer par leur science. De là sont issues deux branches de la Chimie, dont l'une est la Chimie technique et l'autre la Chimie théorique, — ou, pour parler un langage moins relevé, mais plus expressif, la Chimie des résultats et la Chimie des principes. C'est de celle-ci que je voudrais vous entretenir, et dont je me propose de pousser avec vous l'étude aussi loin que me le permettront l'état de nos connaissances et les forces de mon intelligence, trop inégales, hélas ! à un tel sujet.

V

Mais, avant que je termine, permettez-moi de vous présenter sur la science rationnelle quelques réflexions qui éclairciront d'avance la voie que nous allons suivre.

Il y a deux manières de concevoir l'explication de ce monde.

L'une est le fruit de la pensée grecque. Cette pensée se perpétue malgré nous dans la nôtre, rattachant l'éther d'Huygens au cinquième élément de Platon, les tourbillons de William Thouson au grain solitaire de Leucippe. Elle oppose à notre moi toujours changeant une matière toujours une, que nos sens infidèles déforment et diversifient comme le prisme de verre résout le blanc pur en une multitude de couleurs. Elle cherche à expliquer le connu par l'inconnu, le visible par l'invisible, le corps que nous palpons par l'atome insaisissable, la lumière qui frappe nos yeux par l'éther que nous ne voyons pas. Logique bizarre, rélâchissez-y, bien digne d'une race de poètes, quoique nous l'appliquions encore et qu'elle ne choque presque aucun d'entre nous, mais qui sera, je le crois, l'étonnement de l'avenir ; science bien imparfaite, en vérité, qui ne peut pas prouver les causes même quand elle en prévoit les effets.

Mais, à cette conception des choses, à la fois matérialiste et poétique, nous en pouvons opposer une autre, idéaliste et positiviste tout ensemble, dont il faut faire honneur au plus grand philosophe de l'âge moderne, au seul qui puisse marcher de pair avec Aristote et avec Platon, à celui dont la pensée toujours neuve, toujours originale, fut en toute chose le contre-pied de la pensée antique, à Emmanuel Kant.

Dans cette conception, à laquelle nous avons peine à nous habituer parce qu'elle contredit nos illusions héréditaires; dans cette conception profonde, le monde, c'est nous, ce sont nos sensations. Le problème ne se pose donc même pas de chercher en dehors de nous-mêmes la cause de ce que nous sentons, pour découvrir, sous les apparences, ce que nous appelons faussement le fond des choses, c'est-à-dire quelque chose qui durerait tandis que nous passons. Non, la question qui se présente à nous est bien plus simple, quoique la solution mathématique en soit bien plus difficile et beaucoup moins avancée. Il s'agit seulement de savoir comment nos sensations, quoique diverses et irréductibles les unes aux autres, s'appellent cependant et s'enchaînent dans un ordre logique; ou, pour parler le langage de la science positive, il s'agit de relier par un lien qui ne soit point factice des faits connus à d'autres faits connus. Or, c'est là, nous ne pouvons pas le trouver dans des hypothèses que j'appelle métaphysiques, parce qu'elles dépassent la portée de nos sens, dans d'invisibles

mouvements d'atomes inconnaissables, dans les oscillations supposées d'un éther que nul œil humain ne pourra jamais voir : car la chaleur n'est pas un mouvement, la lumière n'est pas un mouvement, l'électricité n'est pas plus un mouvement qu'elle n'est une pression ou un fluide. Mais nous devons chercher ce lien, si nous le voulons solide et durable, dans des lois ou hypothèses physiques ayant leurs racines dans l'expérience, dans des hypothèses-principes, qui ne soient que la généralisation légitime de faits longuement et consciencieusement observés. Tels sont les trois grands principes de Lavoisier, de Robert Mayer et de Sadi-Carnot. C'est à la multiplication de tels principes, et non à la réduction de toutes choses à une chimérique unité, que doit tendre tout l'effort de la Science. Il faudra bien qu'elle finisse par expulser de son domaine l'éther, le tourbillon, l'atome, rêveries que nous a léguées la Grèce, dont l'imagination naïve s'y est autrefois égarée et complu. A ce prix seulement nous pourrions élever sur les débris de la science provisoire la science définitive dont nous voyons déjà émerger, çà et là, quelques rares substructions.

C'est dans cet esprit tout moderne, dont beaucoup d'entre vous sont déjà pénétrés, j'en suis sûr, que nous allons aborder l'étude de la Mécanique chimique.

G. Robin,

Chargé du cours de Chimie Physique
à la Sorbonne.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS DE L'INDUSTRIE DU FER ET DE L'ACIER BRUTS EN FRANCE

PREMIÈRE PARTIE : FABRICATION DU FER

Parmi les études déjà parues dans la *Revue* sur l'état actuel des grandes industries en France, il en a été consacré deux à la métallurgie du fer: M. Pourcel a traité de la fabrication de la fonte¹; et M. Demenge, du travail du fer et de l'acier².

Nous nous proposons de compléter cette série d'articles par l'étude de la fabrication du fer et de l'acier bruts: les opérations dont nous nous occuperons sont, dans l'ordre de la fabrication, intermédiaires entre celles qu'ont décrites d'une part M. Pourcel, d'autre part M. Demenge: elles dénatureront la fonte, la transforment en barres de fer brut ou en lingots d'acier, prêts à être livrés à la

forge ou aux laminoirs pour y prendre la forme définitive de produits marchands.

Notre étude comprendra trois articles: le premier sera consacré à la fabrication du fer; le second, à celle de l'acier; le troisième, à l'examen des conditions économiques de cette grande industrie.

I. — PRINCIPES DE LA FABRICATION.

En principe, il n'est pas indispensable de passer par l'intermédiaire de la fonte pour fabriquer le fer et l'acier; l'ancienne métallurgie transformait directement le minéral en métal propre à la forge; et les *foyers catalans* actuels sont un dernier vestige de cette vieille industrie. Dans ce siècle même, divers inventeurs se sont appliqués à rechercher

¹ *Revue générale des Sciences* du 30 mai et du 13 juin 1896.

² *Revue générale des Sciences* du 13 et du 30 novembre 1895.

des méthodes pratiques de *fabrication directe* du fer et de l'acier, appropriées aux méthodes intensives de l'industrie moderne: ils espéraient réaliser, par ce moyen, une notable économie, pensant qu'une seule opération devait être plus avantageuse que le procédé mixte qui consiste à fabriquer au haut fourneau la fonte, pour la dénaturer ensuite et la débarrasser à grands frais des impuretés qu'on a, volontairement, alliées au fer. Mais jusqu'ici leurs tentatives ont échoué, et il est peu probable qu'elles aboutissent jamais; car le haut fourneau présente deux avantages capitaux: mieux que tous les dispositifs actuellement imaginés, il se prête à une production intensive, et, par suite, à une fabrication économique; en second lieu, il est, de tous les appareils de la métallurgie, celui dont le rendement calorifique est le plus élevé, celui où les pertes, par rayonnement, par convection et par combustion incomplète, absorbent la moindre proportion du pouvoir calorifique du combustible.

Nous laisserons donc de côté, dans cette étude, les *procédés directs*, comme des moyens de fabrication mal appropriés à la grande industrie, et nous ne nous occuperons que des procédés qui ont pour point de départ la fonte.

La fonte est un produit complexe qui contient, avec le fer, à l'état de combinaison ou de dissolution, outre le carbone, qui en est l'élément essentiel, divers métalloïdes, qualifiés d'*impuretés* dans la métallurgie (le silicium, le phosphore, le soufre, l'arsenic, l'antimoine), et souvent aussi des métaux, dont les uns (calcium, magnésium, cuivre, titane) doivent être considérés comme des impuretés, et dont les autres (manganèse, aluminium, chrome, vanadium, nickel, cobalt) y ont, au contraire, été intentionnellement introduits, et doivent subsister dans l'acier ou le fer.

Le problème à résoudre par la métallurgie est donc le suivant: éliminer de la fonte, aussi complètement que possible, les impuretés, et diriger les opérations de manière à obtenir une composition de métal déterminée à l'avance, en vue de certaines propriétés physiques et mécaniques.

L'élimination des impuretés s'opère principalement par oxydation, et le traitement se ramène à ceci: oxyder les impuretés, et les isoler du métal en les faisant passer dans une *scorie*, silicate à bases multiples qui se sépare du métal, par sa moindre densité si l'opération comporte la fusion du métal, ou par sa fluidité même si le métal doit être obtenu à l'état pâteux, mais non fondu. — Avant d'aborder l'étude des divers procédés d'affinage de la fonte, nous dirons quelques mots des réactions d'oxydation qui en sont le principe.

Trois circonstances influent sur l'ordre d'affi-

nage: la température, le milieu, et les proportions relatives des éléments.

L'affinité du carbone pour l'oxygène augmente avec la température beaucoup plus rapidement que celle du manganèse, du silicium, et surtout du fer; à température basse, le silicium et le manganèse ont tendance à s'éliminer avant le carbone; à haute température, au contraire, c'est par le départ du carbone que commence l'affinage. Il en est de même du phosphore, qui, à basse température, est plus oxydable que le carbone, tandis qu'à haute température le carbone réduit les phosphates.

La constitution, plus ou moins acide ou basique, de la scorie, est le second élément qui influe sur l'affinage: ainsi, une scorie acide favorise l'élimination des corps dont les oxydes sont des bases; au contraire, le phosphore ne peut s'éliminer qu'en présence d'une scorie basique, contenant de la chaux, de la magnésie, des oxydes de fer ou de manganèse; même en atmosphère oxydante, si la scorie est acide, le départ du phosphore est impossible, l'action réductrice du fer ou du carbone du bain métallique ne peut être combattue que si l'acide phosphorique, à mesure qu'il se forme, est retenu en combinaison par des bases assez énergiques: par contre, en atmosphère réductrice, dans le haut fourneau, il suffit d'un milieu suffisamment basique pour occasionner une scorification partielle du phosphore. Nous verrons, dans la suite, l'application de ces principes à la déphosphoration.

Le silicium, dont l'oxyde est un acide moins actif que l'acide phosphorique, nécessite une scorie moins basique.

Enfin, les proportions relatives des éléments jouent un rôle capital dans l'ordre de l'affinage: plus un élément est disséminé, moins sa combustion est facile; et vers la fin de l'opération, lorsqu'il ne reste plus que de faibles proportions des corps étrangers, on ne peut en faire disparaître les dernières traces qu'en brûlant beaucoup de fer.

Par un phénomène inverse, l'oxydation, au début de l'affinage, se porte principalement sur l'élément prédominant: le fer. L'oxyde de fer, une fois produit, est ensuite partiellement réduit par les éléments disséminés, avec une énergie qui croît avec la température.

Ainsi le fer sert de véhicule à l'oxygène; et il n'est pas possible de brûler les impuretés sans brûler aussi une certaine proportion de fer; de là les pertes inévitables au traitement.

La conséquence de ce qui précède est la suivante: si l'on a à sa disposition des oxydes de fer riches et purs, tels que des battitures, des scories ou du minerai riche et pur, il peut y avoir intérêt à en ajouter une certaine proportion à la charge:

on évitera ainsi que l'oxyde nécessaire à l'affinage soit formé aux dépens de la fonte; le prix relatif de la fonte et des oxydes déterminera la valeur de cet avantage.

D'autres additions peuvent se trouver indiquées : si l'oxydation partielle du fer précède nécessairement l'affinage, il y a tout intérêt à limiter le degré de cette oxydation, de telle sorte que l'oxyde formé ne puisse pas être réduit par les impuretés de la fonte sans qu'il en résulte, ce qui serait le cas de l'oxyde Fe^2O^3 , l'incorporation dans le bain d'un poids équivalent de fer; ce résultat s'obtient par des additions, justifiées par la pratique, de tournures et de déchets de métal au début de la charge.

Il ne faut cependant pas pousser trop loin cette théorie. L'influence des proportions relatives des éléments n'est pas la seule qui entre en jeu. Même au four à puddler et au Martin, l'action directe des gaz se fait sentir; et dans la cornue Bessemer, sous l'influence du brassage énergique et de la haute température, qui accroît l'affinité des métalloïdes pour l'oxygène, l'affinage paraît se faire, au moins en partie, directement.

Tels sont, en quelques mots, les principes de l'affinage de la fonte. Mais toutes les impuretés ne s'éliminent pas par oxydation; il en est, comme le cuivre, le cobalt, le nickel, qui, notablement moins oxydables que le fer, résistent entièrement à l'affinage; d'autres, comme le soufre, ne s'éliminent que partiellement. Heureusement il existe, pour ce dernier métalloïde, d'autres moyens d'en débarrasser le métal.

Certains de ces procédés sont basés sur l'affinité, supérieure à celle du fer, qu'ont pour le soufre des corps tels que le calcium et le manganèse. On sait qu'au haut fourneau, le seul moyen de résister à l'action sulfurante des cendres du coke est de marcher à allure chaude, avec un laitier très calcaire; de même, les fontes manganésées sont relativement pauvres en soufre. Dans la fabrication de l'acier, l'action désulfurante du manganèse est fréquemment utilisée, soit au cours même de l'affinage, soit dans des opérations intermédiaires entre le haut fourneau et la forge. On a aussi parfois recours aux sels alcalins : soit aux cyanures et aux carbonates, qui éliminent le soufre à l'état de sulfures, soit aux nitrates, qui l'oxydent et l'éliminent à l'état de sulfates. Enfin, l'action désulfurante du calcium, à l'état de chlorure, et, aujourd'hui, dans certaines usines, à l'état de carbure, est également mise en œuvre : le carbure de calcium est un excellent désulfurant, à condition qu'il ne se trouve pas dans le bain d'oxygène, l'affinité de ce dernier corps étant plus grande pour le calcium que celle du soufre.

Nous avons ainsi brièvement décrit les réactions qui entrent en jeu dans la dénaturation de la fonte. Dans l'étude qui va suivre des divers procédés de fabrication, nous examinerons comment on les met en œuvre.

II. — FABRICATION DU MÉTAL SOUDÉ.

Dans une première classe d'appareils, dont le four à puddler est le type, l'affinage s'effectue à une température où le fer et l'acier sont soudables, mais où ils n'entrent pas en fusion. L'oxydation des impuretés et d'une partie du fer de la fonte, produit une *scorie*, qui fond, et se sépare de l'acier ou du fer. Mais au four cette séparation n'est jamais complète, et il faut avoir recours à des moyens mécaniques pour l'achever, en même temps que pour donner de la cohésion au métal. Ces opérations de compression mécanique, désignées sous le nom de *cinglage*, caractérisent la fabrication du métal soudé.

Le four à puddler a été créé en 1784 par Cort. L'inventeur du laminoir. C'est un réverbère à laboratoire relativement restreint; les réactions qui s'y passent sont les suivantes :

En France et en Belgique, on fabrique principalement au four à puddler des fers communs, au moyen de fontes blanches dites « d'affinage », généralement sulfureuses, à faible teneur en carbone et en manganèse. En même temps que la fonte, on charge, pour hâter l'opération dès le début, des battitures ou des scories; après quinze ou vingt minutes de chauffage modéré, la fonte se désagrège en un sable pâteux, le fer s'est en partie oxydé, mais ne s'est pas encore scorifié; on commence alors à labourer la charge au ringard; c'est le *brassage*, qui dure environ vingt minutes, et qui favorise la réaction de l'oxyde de fer sur la fonte; la scorie se forme donc, et se liquéfie, tandis que le fer prend nature; vers la fin du brassage, on pousse le feu pour donner de la fluidité à la scorie; alors commence une nouvelle opération, qui consiste à soulever au ringard la masse pâteuse et à l'exposer à l'action directe des flammes; après le *soulèvement*, qui dure environ dix minutes, l'affinage touche à son terme. Il ne reste plus qu'à faire le *ballage*, c'est-à-dire à rassembler le fer en *loupes* de 10 à 50 kilos. Cela dure une dizaine de minutes; on extrait alors les loupes au moyen de tenailles et on les porte au cinglage; on jette de l'eau dans le four pour solidifier la scorie, on l'extrait à la pelle, on effectue, s'il est nécessaire, quelques réparations à la tôle, et une heure après le début de l'opération, la suivante est prête à commencer.

Dans ce puddlage, qualifié de *rapide* ou *sec*, les

impuretés, en particulier le silicium et le phosphore, s'éliminent mal, à cause du défaut de fluidité de la scorie; c'est pourquoi ce procédé ne convient qu'à la fabrication des fers communs.

Le soufre s'élimine mal au puddlage; donc, pour avoir du fer de qualité supérieure, il est nécessaire de partir de fontes exemptes de soufre, et par suite relativement riches en carbone; il est bon que ces fontes tiennent le moins possible de silicium, dont la scorification est longue et occasionne des pertes en fer; d'autre part, il est bon qu'elles tien-

elle dure trente à trente-cinq minutes et les additions d'oxydes ne se font qu'après qu'elle est complète. Aussitôt, la scorie commence à se former; le silicium et le manganèse s'éliminent, tandis que l'oxydation du carbone se poursuit lentement. A la fin de cette période, dite d'*épuration et de scorification*, le grain commence à se former: on élève la température, et on brasse fortement le bain qui bouillonne: c'est la période de *décarburation*, suivie, comme dans le puddlage sec, du *soulèvement* et du *ballage*.

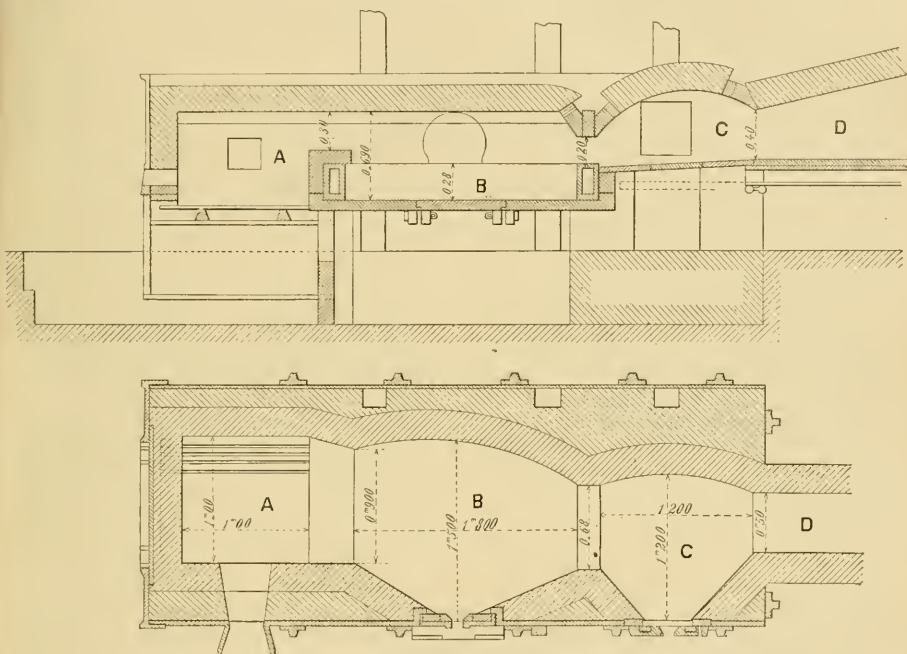


Fig. 1. — Four à puddler à cassin. — A, grille; B, sole de puddlage; C, cassin; D, rampant.

nent du manganèse, qui est une garantie de pureté en soufre, et qui donne une scorie fluide, propre à une bonne déphosphoration et à un cinglage facile.

On traite donc pour fers purs des fontes traitées grises, ou des fontes blanches chaudes, manganées.

La durée du puddlage est, dans ces conditions, doublée. Le temps est une des conditions d'une opération soignée; d'autre part, on s'attache à ralentir le départ du carbone, afin qu'il en subsiste la proportion voulue après le départ des impuretés.

La fusion est franche et rapide; elle s'effectue à haute température, en atmosphère peu oxydante;

Le puddlage bouillant permet une déphosphoration très complète. Le phosphore s'élimine d'une manière continue, mais surtout au début de l'opération, à condition que la scorie soit bien fluide, et ne tienne pas plus de 30 % de silice.

On parvient à éliminer pratiquement les 8/10 du phosphore: des fontes à 1,3 % de phosphore donnent des fers bruts à 0,3-0,4 %, et la teneur du métal marchand, après corroyage et laminage, s'abaisse à 0,2-0,3 %.

Contrairement au phosphore, le soufre, comme on l'a vu, ne s'élimine que très partiellement.

Le puddlage sec ne produit guère que du fer à nerf, mais le puddlage bouillant se prête à une

grande élasticité de fabrication, et, suivant la manière dont on conduit l'opération, permet d'obtenir toutes les variétés entre le fer à nerf et l'acier: c'est une question de flamme plus ou moins oxydante ou réductrice, de hauteur plus ou moins grande du bain protecteur de scorie, d'enlèvement plus ou moins rapide des loupes, au fur et à mesure qu'elles sont confectionnées.

La fabrication de l'acier puddlé, aujourd'hui à son déclin, avait été rendue pratique, dès 1830, par l'emploi des fours petits et profonds, et par un ensemble de soins minutieux, permettant d'arrêter l'affinage au point voulu, et d'éviter toute oxydation intempestive.

On voit que, pour atténuer les pertes en fer, et pour rendre la phosphoration possible, il faut que la scorie soit pauvre en silice. Les soles en sable, usuelles dans les fours en réverbère, ne conviennent donc pas : dans les premières applications du puddlage, la constitution siliceuse de la sole donnait lieu à de graves difficultés : la conservation même du four n'était assurée qu'à grand'peine. Un premier perfectionnement fut réalisé en 1818, par Baldwin Rogers, qui imagina de faire une sole en fonte refroidie, reconverte d'un garnissage siliceux ; mais la fabrication du fer puddlé ne prit son développement définitif qu'après que Joseph Hall, en 1825, eut imaginé de substituer à ce garnissage en silice un revêtement ferrugineux.

Le four à puddler est donc constitué par un laboratoire dont le fond et les parois sont faits de plaques de fonte, refroidies par une circulation d'air ou d'eau. Sur cette armature en métal repose la sole proprement dite, constituée par des scories pures, riches en fer et pauvres en silice, agglomérées au feu.

Le laboratoire est petit, car la charge est limitée, par les forces de l'ouvrier, à 250 kilos. Encore le puddlage est un des plus pénibles travaux de la métallurgie. Le four a généralement une seule porte de travail, et n'a guère plus de 1^m,60 à 1^m,80 de long, sur 1^m,30 à 1^m,40 de large, avec une profondeur de 0^m,15 pour le puddlage sec, mais qui peut atteindre, pour la fabrication de l'acier, 0^m,40. La chauffe est grande; car il faut pouvoir donner d'énergiques coups de feu, et pousser la température jusqu'au blanc soudant (1.500° C.). On compte 30 à 35 centimètres carrés de grille par 100 kilos de charge du four; on arrive ainsi à une surface de chauffe voisine de la moitié de celle du laboratoire.

On emploie souvent pour les fabrications communes, des fours doubles à deux portes de travail se faisant face, ayant des surfaces de chauffe et de laboratoire doubles des fours ordinaires; la charge peut alors atteindre 500 kilos; mais le travail conduit par deux équipes est moins parfait.

L'utilisation de la chaleur ne peut qu'être minime dans un appareil aussi ramassé, où règne une pareille température. Aussi fait-on généralement suivre les fours à puddler de chaudières chauffées par les flammes perdues. Souvent aussi on fait suivre la sole de travail proprement dite d'une sole en briques, appelée *cassin* (C, fig. 1), où l'on charge la fonte avant de l'introduire dans le four. Mais l'échauffement est toujours accompagné d'un commencement d'affinage, qui nuit au travail du four; l'emploi du *cassin* ne convient donc qu'à la fabrication des fers communs.

Les loupes, une fois extraites du four, sont portées sous de petits pilons, donnant 80 à 100 coups par minute, et dont la masse frappante pèse 1.500 à 2.000 kilos. La scorie, sous l'action énergique du cinglage, est exprimée de la loupe, et s'écoule; et le métal prend de la cohésion. Un pilon dessert 8 à 12 ou même 14 fours, suivant la rapidité du puddlage. A chaque pilon est affecté un laminoin, qui transforme les *massiaux* en barres de *fer brut*.

La s'arrêtent les opérations du puddlage proprement dit. Mais avant de passer à la forge, le fer brut doit, lorsqu'il s'agit de qualités supérieures, subir un classement très soigné, car le four à puddler ne peut, quelque soin qu'on apporte à la fabrication, donner des produits absolument homogènes. Chaque barre est cassée, et d'après l'aspect plus ou moins nerveux, ou le grain plus ou moins fin de la cassure, on répartit les produits entre des catégories diverses; parfois même on fait sur chaque barre une prise d'essai, suivie d'un dosage de phosphore. Les fers bruts ainsi classés sont repris, cisailés, mis en paquets, réchauffés et laminés, mais ces opérations sortent du cadre de notre étude.

Le puddlage est une opération coûteuse : chaque four emploie une équipe de deux hommes, doublée, dans le cas du puddlage sec, d'un chauffeur par four, si on fait douze opérations par poste, sinon d'un pour deux fours; chaque pilon occupe deux hommes; le train ébaucheur occupe un chef, un aide, deux releveurs de banes et deux ou trois traineurs. De sorte que la consommation de main-d'œuvre peut en moyenne s'évaluer par tonne de fer brut : au four à puddler :

à 1,2 journée dans le cas du puddlage sec,			
1,5-1,7 — — —	chaud,		
2,5 — — —	pour acier,		

et pour l'opération complète, puddlage, cinglage et laminage compris :

à 2,25 journée dans le cas du puddlage sec,			
2,5-3 — — —	chaud,		

Quant à la dépense de combustible, elle est à peu près constante par four, et s'élève à environ

1.500 kilos par poste de douze heures; rapportée à la tonne de fer brut produit, la consommation de houille est donc inversement proportionnelle à la production, qui varie, suivant les cas, de 800 kilos à 2.500 kilos ou même 3.000 kilos par porte.

Le tableau suivant résume à ce sujet quelques données caractéristiques :

NATURE du puddlage	NOMBRE de charges par 12 heures	POIDS de chaque charge de fonte	CONSUMATION de houille par tonne de fer brut	DÉCHET sur la fonte chargée
		kilos	kilos	0 0
Sec.	12	250	600 à 700	3,5 à 7,5
1/2 chaud (fon- tes blanches, manganésées	10	220	700 à 800	7,5
Chaud.	7 à 6	200	1000 à 1500	9 à 15
Pour acier . . .	4	200	1800 à 1850	18 à 20

On a cherché par divers moyens à réduire les frais du puddlage. La fusion préalable de la fonte a donné, dans le cas du puddlage chaud, des résultats appréciables, qui se chiffrent par un accroissement de 50 % dans la capacité de production.

On a aussi cherché à réduire, par la gazéification, la consommation de combustible (citons notamment le four de Langlade, à flamme en fer à cheval). Mais le chauffage au gaz n'est vraiment économique que lorsqu'il s'agit d'atteindre des températures plus élevées; et, dans le cas du puddlage, la récupération par les chaudières paraît suffisante. Le chauffage au gaz peut cependant être avantageux dans le cas d'un puddlage très soigné; il est alors plus facile de donner à la fin de l'opération un coup de feu énergique, de rendre la scorie très fluide, et les loupes molles; d'autre part, l'opération est plus maniable, et par conséquent l'affinage meilleur. Mais il ne paraît pas en résulter une économie de combustible, au moins en quantité.

D'autres tentatives ont eu pour but de réduire les frais de main-d'œuvre. Dans un premier ordre d'idées, on s'est proposé de reproduire à la machine le travail de l'ouvrier. Le four Duméry et Lemut, encore appliqué dans quelques usines de France, permet de faire à la machine toutes les opérations, sauf la fin de la décarburation et le balage; mais le brassage est moins parfait: ce procédé ne convient qu'aux fers communs.

Dans le four Pernot, on avait cherché à produire automatiquement le brassage par un mouvement de rotation imprimée à la sole, elle-même inclinée vers la porte de travail. L'affinage y était satisfaisant, bien qu'irrégulier, ce qui exigeait des fontes chaudes; on réalisait une certaine économie sur le charbon et la main-d'œuvre; mais la rotation exi-

geait beaucoup de force, l'entretien était coûteux, l'affinage était souvent imparfait; et l'appareil ne s'est pas répandu.

Le four Banks-Bouvard, au contraire, continue à rendre, notamment au Creusot, des services très appréciés; cet appareil consiste essentiellement en un cylindre horizontal, tournant sur des galets entre un foyer et un rampant fixes; la fonte y est versée liquide. Cet appareil réalise un excellent affinage, entièrement mécanique: il sert principalement à produire des massiaux destinés, après cinglage, à repasser au four Martin.

M. Bonehill vient de tenter en Belgique un nouveau dispositif de puddlage que nous croyons devoir décrire, bien qu'il ne soit pas encore appliqué en France: un grand mélangeur alimenté par un haut fourneau spécial, et qui conserve la fonte en fusion, dessert quatre fours à gaz groupés autour de lui. Le puddlage, à haute température, de la fonte chargée liquide, s'effectue très rapidement; et M. Bonehill prétend réaliser des économies notables sur la main-d'œuvre, le combustible et le déchet. Parmi les diverses objections que soulève cette intéressante innovation, l'une des plus fortes est celle-ci: la fabrication du fer y est essentiellement dépendante de la marche du haut fourneau. Celle-ci pourra-t-elle être maintenue assez régulière, surtout en fonte blanche d'affinage, pour que le travail des puddleurs ne soit jamais gêné? Et dans les circonstances actuelles, en présence de la concurrence croissante de l'acier, les débouchés d'une usine à fer seront-ils suffisants pour absorber toute la production d'un fourneau, condition essentielle de la marche à plein des fours, et de l'économie qui en découle?

III. — FABRICATION DU MÉTAL FONDU.

Ce n'est pas seulement une différence de température qui distingue la fabrication du métal fondu de celle du métal soudé; ou, du moins, la différence de température a pour conséquence, au point de vue des réactions comme au point de vue des propriétés du métal, des différences caractéristiques.

En ce qui concerne les réactions, nous avons vu que l'élévation de température modifiait l'ordre de l'affinage: plus cette température est élevée, plus le départ du carbone tend à précéder celui du silicium et du phosphore. Il en résulte que l'élimination des dernières traces d'impuretés s'effectue dans un bain absolument décarburé, et par conséquent légèrement oxydé. Il faut donc, une fois l'affinage terminé, enlever au métal l'oxygène en excès, et lui restituer du carbone; c'est ce qui se fait par le *raffinage*, opération caractéristique de la fabrication du métal fondu.

En ce qui concerne les propriétés physiques, le métal fondu se distingue par l'absence complète de scories interposées, impossible à réaliser dans la fabrication du métal soudé, même par le cinglage le plus soigné; il est donc plus homogène, et présente, au point de vue de la ténacité, de la dureté, des qualités caractéristiques; mais ces qualités mêmes dépendent de réactions qui se produisent pendant le refroidissement, et dont il est nécessaire de dire ici quelques mots.

Le métal fondu, lorsqu'il n'est pas destiné à la fabrication de moulages, est coulé dans des lingotières en fonte où il se solidifie, et ce sont ces lingots qui sont ensuite repris pour les opérations ultérieures. Or, l'acier est une dissolution d'alliages plus ou moins fusibles, dont les plus purs se solidifient les premiers; si le refroidissement est lent, il se produit donc une séparation de ces alliages, phénomène désigné par M. Howe sous le nom de *ségrégation*, et on obtient des lingots absolument impropres aux emplois industriels, où l'écart des teneurs en carbone peut atteindre 0,5 %, entre le centre et les parois, et surtout à la partie supérieure, où le métal carburé se concentre; il en est de même pour le phosphore, le soufre et le manganèse, et, à un moindre degré, pour le silicium.

Les lingots peuvent présenter d'autres défauts. La contraction, au refroidissement, provoque vers la partie supérieure, dans l'axe du lingot, une cavité en forme d'entonnoir, qui se prolonge, presque invisible, vers le centre du lingot: c'est ce qu'on appelle la *retassure*. A l'extérieur, le métal présente parfois des *criques*, longitudinales ou transversales.

Ces derniers défauts sont les moins graves, car on peut les voir et les faire disparaître au burin; mais la retassure est invisible: si le métal n'est pas soudable, ou si la paroi de la fente est oxydée, le travail de la forge ou du laminoir l'aplatit, mais ne la fait pas disparaître, et il reste une *paille* qui peut être une cause de rupture et d'accidents graves.

Il faut donc éviter avec le même soin la retassure et la ségrégation. Malheureusement, pour les combattre, les moyens sont opposés: on évite la ségrégation en ne coulant pas trop chaud, et en refroidissant rapidement; on évite la retassure, en refroidissant lentement. En pratique, on s'attache surtout à empêcher la ségrégation, et à localiser la retassure. L'emploi de lingotières de dimensions modérées, à parois métalliques épaisses, répond au premier desideratum; le second s'obtient en superposant à la lingotière proprement dite une seconde lingotière à parois peu conductrices, ou bien en projetant, sur la surface du métal, aussitôt après la coulée, du charbon en poussier. Ainsi, la

partie supérieure du lingot reste plus longtemps liquide, et nourrit la retassure. Mais c'est au prix d'une perte assez sensible; car le métal de la partie supérieure ne doit pas être utilisé, et constitue un déchet: la suppression de la *masselotte* a réduit la partie utile du lingot de 10 % de sa hauteur, pour les fabrications courantes, et de 18 à 25 % dans les fabrications de l'armée et de la marine.

Il est un remède commun à la ségrégation et à la retassure: c'est l'agitation du métal pendant le refroidissement obtenu, soit en donnant aux lingotières un mouvement de rotation, soit, si la masse de métal est considérable, par un *poling*.

D'autres défauts du métal sont occasionnés par les *soufflures*, dues au dégagement, en cours de refroidissement, des gaz que le métal a retenus, soit en dissolution, soit à l'état combiné, soit mécaniquement, par adhérence.

Ces gaz sont constitués en partie par de l'oxyde de carbone, produit de la réaction du carbone incorporé au métal sur l'oxygène combiné ou dissous, et, en plus grande proportion, par de l'hydrogène, avec de l'azote et un peu d'acide carbonique. La présence, ou l'addition dans l'acier, au moment de la coulée, de silicium ou d'aluminium, corps éminemment réducteurs, empêchent la formation des soufflures: plusieurs auteurs en avaient conclu que le phénomène était d'ordre purement chimique, et dû exclusivement à la formation d'oxyde de carbone. Mais cette explication ne suffit pas à rendre compte de tous les phénomènes; d'autre part, il existe une analogie frappante entre les soufflures de l'acier et celles de la glace, qui résultent nettement de phénomènes de dissolution et de sursaturation. M. Le Verrier a donné de ces phénomènes divers l'explication suivante: les gaz dissous, si le refroidissement s'effectuait dans un milieu tranquille, seraient retenus par un phénomène de sursaturation; ils ne se dégagent, avant la solidification, que sous l'influence d'une agitation, telle que celle qui résulte de la formation et du dégagement de l'oxyde de carbone: ce serait donc bien l'influence réductrice du silicium et de l'aluminium qui, en empêchant ce dernier phénomène, empêcherait aussi tout dégagement de gaz.

Cette explication, quelque séduisante qu'elle soit, ne répond pas à toutes les objections; et il semble que s'ils ont une action d'ordre chimique, le silicium et l'aluminium en ont une d'un autre ordre: sans doute, leur présence dans le métal modifie la solubilité des gaz, et il suffit d'une trace, ajoutée au moment de la solidification, pour retenir le poids — relativement très faible — de ces gaz prêts à se séparer.

Quoi qu'il en soit, on combat les soufflures en ajoutant au bain du silicium, du manganèse, ou

de l'aluminium. Ce dernier corps est généralement introduit au moment même de la coulée, dans la proportion de 0,05 à 0,1 %; le silicium et le manganèse sont introduits dans le four, en proportion d'autant moindre qu'il subsiste plus de carbone dans le métal, et de telle sorte qu'il subsiste 0,2 à 0,5 % de silicium, lors de la coulée; l'addition se fait à l'état de silicospiegel, ou de ferrosilicium; on a même obtenu de bons résultats en laissant reposer le métal dans le four avant de couler; on lui fait ainsi absorber du silicium du garnissage.

On peut aussi, par une compression énergique dans la lingotière, empêcher la formation des soufflures; mais de tels procédés sont coûteux, car ils nécessitent des pressions de 900 à 1.000 et même 3.000 kilos par centimètre carré, et ils se sont moins répandus que les procédés chimiques.

La température de la coulée joue un rôle important dans la question des soufflures; il est essentiel, à ce point de vue, de bien régler l'opération.

Les considérations qui précèdent montrent combien, dans la fabrication du métal fondu, la coulée

est une opération délicate et importante. Elle s'effectue, en général, par l'intermédiaire d'une poche, qui déverse son contenu dans les lingotières.

Il ne saurait entrer dans le cadre de cette rapide étude de décrire les dispositions mécaniques que comporte cette opération. Disons seulement que ces dispositions doivent être étudiées avec le plus grand soin, de manière à assurer, par le moyen d'appareils de levage puissants et maniables, et de dégagements commodes, une grande rapidité et une sérieuse économie de main-d'œuvre dans le démoulage et la manutention des lingotières. Autrefois, les *fosses de coulée* étaient groupées autour des fours ou des cornues. Aujourd'hui, on les reporte à l'extrémité des salles, reliées aux appareils de fabrication par des ponts roulants, ou des voies ferrées, pour le transport des poches de coulée.

Dans un prochain article, nous terminerons cette partie technique de notre étude par l'exposé de la fabrication de l'acier.

E. de Billy,

Ingénieur des Mines.

LES LOCALISATIONS CÉRÉBRALES

DES CENTRES CORTICAUX DE LA SENSIBILITÉ GÉNÉRALE

La doctrine de la nature purement motrice des fonctions du lobe pariétal a vécu, même en Angleterre¹. Les troubles qui résultent des lésions de cette grande province du cerveau, ce sont des *anesthésies*, des *hyperesthésies* ou des *paresthésies tactiles*, en entendant par ce mot tous les modes connus de la sensibilité générale, y compris la *thermo-esthésie* (Dessoir). *L'écorce du lobe pariétal est la sphère sensitive du cerveau*, comme celle du lobe occipital et celle du lobe temporal sont les sphères de la vision et de l'audition mentales. Pour le premier sens de l'espace, la sensibilité tactile, comme pour l'autre, la vision (car tous les sens spéciaux se sont différenciés de la sensibilité cutanée), des rapports stables et déterminés, développés au cours de l'évolution phylogénique, existent entre la périphérie du corps et l'écorce du cerveau antérieur. Ces rapports sont circonscrits, fixes et définis : l'extirpation de la « région de la tête », par exemple, chez le chien ou chez le singe, n'altère en aucune façon l'innervation corticale des extrémités; seule la moitié, de la tête opposée au siège de la lésion cérébrale est frappée d'anesthésie, ce qui démontre que les nerfs servant aux sensations

de contact ou de pression, s'ils ont leurs cellules d'origine à la périphérie du corps, se terminent, en s'arborisant, dans l'écorce du lobe pariétal.

1

La localisation fonctionnelle des diverses régions du manteau a suivi naturellement les progrès de la division du travail physiologique.

L'extirpation des territoires corticaux du bras et de la jambe, nettement différenciés chez le singe, ne provoque que des troubles du mouvement et de la sensibilité limités à ces membres. Mais chez le chien, où, à cause des ravages que produit l'hémorragie, si difficile à arrêter, lorsqu'on extirpe la région du membre postérieur, l'ablation totale du centre de l'extrémité antérieure permet seule d'utiliser l'expérience, l'extrémité postérieure ne laisse pas d'être lésée en même temps : la sensibilité tactile des orteils est au moins légèrement émoussée. Goltz en a même tiré argument contre la doctrine des localisations fonctionnelles de l'écorce. Mais, outre que ce qu'on vient de dire explique assez les phénomènes observés dans l'état de la sensibilité du membre postérieur, après cette opération, Munk a établi que, par l'effet de l'extirpation totale de la région de l'extrémité antérieure

¹ Cf. F. W. MOTT : The sensory motor Functions of the central convolutions of the cerebral cortex. *Journ. of Phys.*, t. XV, p. 464.

naître quelle part revient à l'écorce du lobe pariétal, dans les mouvements des animaux, il faut d'abord rechercher quelles fonctions motrices appartiennent au système nerveux central indépendamment de l'écorce du cerveau.

Les fibres nerveuses motrices qui innervent un muscle sortent toutes sans exception des cellules nerveuses, qu'on peut appeler « centre du muscle » (*Centrum des Muskels*), et les centres musculaires de tous les muscles sont fonctionnellement associés, si bien qu'une excitation périphérique transmise par les nerfs sensibles à un centre musculaire peut avoir pour effet non seulement l'activité d'un muscle isolé, mais celle de plusieurs muscles, puisque cette excitation se propage du centre musculaire considéré aux centres musculaires voisins. Si l'excitation périphérique possède une intensité et une durée suffisantes, ou si l'excitabilité centrale est suffisamment élevée, des réflexes pourront se produire sous forme de convulsions réflexes qui s'étendront à tous les muscles d'une ou plusieurs parties du corps, voire du corps tout entier. D'ordinaire, l'excitation se propage autrement dans les centres musculaires. Parmi les centres musculaires subordonnés à une partie du corps, quelques-uns affectent des rapports plus étroits entre eux; l'excitation s'y localise, sans s'étendre aux groupes voisins; on les nomme *centres réflexes de la moelle épinière*; Munk veut les appeler « centres médullaires » (*Markcentren*). Ces centres président aux mouvements réflexes des extrémités qui réalisent certaines adaptations préformées, préhension, grattement, etc. En outre, parmi ces centres (*Markcentren*), subordonnés aux diverses parties du corps, quelques-uns sont dans un rapport plus étroit, grâce aux voies d'association spéciales qui les relient, de sorte que l'excitation partie d'un premier centre musculaire peut mettre en mouvement plusieurs parties du corps. Les mouvements qui conspirent sont tels qu'ils paraissent adaptés à un seul et même but. Tels sont les mouvements de flexion du membre postérieur ou inférieur excité et les mouvements d'extension de l'autre extrémité. Mais, pour la réalisation de cette synergie de plusieurs parties du corps, il existe encore d'autres centres, « centres principaux », ganglions nerveux, *infra-corticaux*, reliant les centres spinaux des différentes régions du corps, si bien que certains de ces centres se trouvent subordonnés à quelque « centre supérieur » : la stimulation qui, de la périphérie, arrive, par les nerfs de sensibilité, à l'un de ces centres supérieurs, a pour effet l'excitation simultanée ou successive des centres spinaux des différents segments du corps reliés au centre supérieur (*Principalcentrum*). Munk cite, comme exemples des mouvements résultant de l'activité de ces cen-

tres supérieurs sous-corticaux, la marche, la course, le saut, etc.

« Ainsi, écrit l'illustre physiologiste de Berlin, tous les muscles peuvent être mis en activité par le système nerveux central sans qu'intervienne l'écorce cérébrale, et des mouvements adaptés d'une ou de plusieurs parties du corps peuvent être exécutés si, à la suite d'une stimulation (*Reizung*) périphérique, l'excitation (*Erregung*) est transmise par les voies des nerfs de sensibilité, soit aux centres réflexes de la moelle épinière (*Muskel-oder Markcentren*), soit à des centres cérébraux sous-corticaux (*Principalcentren*). Si l'écorce cérébrale n'est pas absente, ce n'est point seulement la possibilité de ces réflexes communs qui existe, mais, sans qu'une stimulation périphérique soit nécessaire, les muscles peuvent être alors volontairement, comme on dit, mis en activité, et les diverses parties du corps peuvent accomplir des mouvements intentionnels, du moment que l'excitation, partie des éléments centraux de l'écorce cérébrale, en suivant les voies nerveuses qui réunissent ces éléments avec les centres réflexes de la moelle et les ganglions sous-corticaux, est conduite à ces derniers. Mais les mouvements volontaires ne sont pas, comme on l'a cru jusque dans ces derniers temps, les seules fonctions de l'écorce cérébrale relativement aux mouvements des animaux. Des mouvements involontaires peuvent être également produits par l'écorce cérébrale si, à la suite d'une stimulation périphérique, l'excitation arrive, par les nerfs sensibles, aux cellules centrales de l'écorce, l'excitation déterminée ainsi dans l'écorce se transmettant par les voies nerveuses qui relient cet organe aux centres nerveux sous-corticaux. Ces réflexes corticaux succèdent à une stimulation périphérique beaucoup plus faible; ce sont des mouvements d'une autre sorte que les réflexes communs, comme le montrent bien les réflexes de contact (par exemple dans l'excitation mécanique des doigts ou des orteils) en regard des réflexes communs. Il suit qu'il existe, dans les animaux normaux, trois modalités du mouvement : 1° Mouvement volontaire; 2° mouvement réflexe cortical; 3° mouvement réflexe commun. Le dernier est le seul mouvement qui soit indépendant de l'écorce cérébrale, et cette modalité du mouvement ne se manifeste seule qu'assez rarement. On doit bien se garder de croire, par la considération des mouvements variés qui ont été observés sur des animaux sans cerveau conservés longtemps en vie, que, chez les animaux intacts, tous ces mouvements des animaux décerébrés ont lieu sans la participation du cerveau¹. Chez l'animal normal, les réflexes communs n'ont lieu que lorsqu'un stimulus subit et assez intense atteint la périphérie. Or, si tous les autres mouvements sont déterminés par l'écorce du cerveau, ces mouvements sont bien, de quelque façon qu'on veuille les nommer, d'un seul mot, des mouvements corticaux (*Rindenbewegungen*).

« Trompé par le fait qu'on avait trouvé exclusivement excitable par l'électricité l'écorce du lobe pariétal, on a, au commencement de l'étude scientifique de l'écorce du cerveau, considéré tous les mouvements corticaux comme dépendant de l'écorce du lobe pariétal; on a vu dans ce lobe la partie motrice ou psychomotrice, et on a opposé cette partie antérieure du manteau à la partie postérieure, non motrice. Cette vue cependant fut bientôt contredite par l'observation que l'écorce du lobe pariétal réagissait à l'expérimentation comme une *sphère de sensibilité* (*die Fühl-sphäre*), et prenait place à côté de la *sphère visuelle*, dans l'écorce du lobe occipital, et de la *sphère auditive* dans l'écorce du

¹ HERMANN MUNK : Ueber die Fühl-sphären der Grosshirnrinde. 3^e Mittheilung. Sitzungsber. d. K. Pr. Akad. der Wiss. zu Berlin, 1896, p. 1151. Cf. pour ce qui a trait aux animaux décerébrés, *Ibid.*, 1892, p. 697 et H. MUNK, Du Bois-Reymond's Arch., 1894, p. 366-7.

lobe temporal (1878)¹. Plus tard, lorsque l'écorce du lobe occipital eut été trouvée également excitable (Schäfer, 1888; Munk et Obregia, 1890), il fut démontré que les mouvements latéraux, supérieurs et inférieurs des yeux, que provoque l'excitation de cette écorce, résultent de la transmission de l'excitation de la *sphère visuelle* à des centres de mouvements des yeux par l'intermédiaire de voies nerveuses qui vont directement de cette sphère à des centres sous-corticaux du cerveau. On dut admettre que c'est par cette voie, la plus prochaine et la plus courte, qu'ont lieu les réflexes corticaux qui réagissent, à la vision, les mouvements involontaires des yeux qui dirigent le regard vers ce qui se projette sur le champ visuel. Il fallait s'attendre à ce qu'il existât aussi des réflexes corticaux résultant des perceptions de l'ouïe et dépendant immédiatement, de la même manière que pour la vision, de la *sphère auditive* : l'expérimentation confirme l'induction (B. Bazinsky, 1891) : l'écorce du lobe temporal se montra à son tour excitable par l'électricité, et cette excitation déterminait des mouvements de l'oreille. Ajoutez, enfin, que les réflexes corticaux du domaine de la sensibilité générale, de la peau, les réflexes de contact, dépendent également de la *sphère sensitive*, et même de chacune des parties de ce territoire cortical à laquelle appartient la région du corps où a lieu le contact et dont l'excitation électrique a pour effet de provoquer des mouvements dans la même région. Il n'y a donc point de doute, quant aux *mouvements réflexes corticaux*, que ces mouvements ne dérivent pas tous de l'écorce du lobe pariétal, mais, pour chaque fonction, des cellules centrales de la sphère corticale de sensibilité où, à la suite de la stimulation périphérique, l'excitation arrive, au moyen de voies nerveuses directes, reliant chacune de ces sphères sensibles avec les centres sous-corticaux. Il n'est pas moins certain, d'autre part, que *tous les mouvements volontaires, affectant une partie du corps, sont excités exclusivement par l'écorce du lobe pariétal, et toujours exclusivement par la région corticale en rapport avec la partie correspondante du corps* au moyen des conducteurs nerveux qui, des cellules centrales de ce point de l'écorce, vont aux centres de la moelle épinière et des muscles de cette partie du corps. Mais il en va autrement, encore une fois, des mouvements qu'une partie du corps exécute en commun, simultanément ou successivement, avec d'autres parties du corps, par exemple dans des mouvements volontaires de la marche, de la course, de la station : ces mouvements pourraient sans doute, en somme, avoir lieu tout à fait sans la participation de la région de l'écorce qui correspond à la partie du corps, les centres sous-corticaux étant excités par l'écorce du cerveau au moyen de voies spéciales; leur régulation, leur adaptation délicate aux circonstances extérieures, telles que l'inégalité, la dureté, le glissant du sol, etc., est simplement ici réalisée par la région correspondante de l'écorce au moyen de *réflexes corticaux*. Mais l'excitation des centres sous-corticaux peut être aussi provoquée par différents points de l'écorce cérébrale; car, sans parler de la régulation, les mouvements volontaires de la marche, de la course, de l'action de grimper, etc., ne sont altérés par aucune espèce d'extirpation partielle de l'écorce du cerveau, aussi peu d'ailleurs que par l'extirpation bilatérale des sphères visuelles ou des sphères auditives, par l'extirpation bilatérale de régions également considérables ou plus étendues encore du reste de l'écorce, pas même, en particulier, par l'extirpation bilatérale des régions des extrémités, ou de celles-ci et des parties limitrophes des régions voisines. Il n'y a naturellement aucun sujet de croire que la *sphère sensitive* possède de quelque privilège au regard des *sphères de la vision et de l'audition* quant à ses connexions avec les centres sous-corticaux.

« La *sphère sensitive* est donc, quant aux mouvements volontaires des centres sous-corticaux et à ceux des réflexes

corticaux, absolument équivalente à la *sphère visuelle* et à la *sphère auditive* : il possède toutefois cet avantage, au regard de ces sphères sensorielles, d'exercer seule sa domination sur les mouvements volontaires qui peuvent affecter séparément chaque partie du corps. La *sphère sensitive* occupe ainsi, par rapport à l'incitation des mouvements, une place à part en face du reste de l'écorce. Son importance pour les mouvements de l'animal ne paraît d'ailleurs si grande que parce que, tandis que les *sphères visuelle et auditive* produisent simplement des mouvements des yeux et des oreilles, comme réflexes de la vision et de l'audition, comme mouvements réflexes résultant directement de la vision et de l'audition, les *réflexes sensitifs*, c'est-à-dire les mouvements réflexes résultant directement des perceptions de la sensibilité, s'étendent à toutes les parties du corps et dominent la régulation, la justesse et l'adaptation parfaites des mouvements volontaires des centres sous-corticaux. C'est dans la sphère sensitive qu'est la région, subordonnée à chaque partie du corps quant à la sensibilité de cette partie, qui provoque les *mouvements volontaires* limités à cette partie, ainsi que ses *réflexes sensitifs*. Ces deux sortes de mouvements sont pour toujours abolis par la destruction de cette région du manteau : des mouvements d'origine corticale que possédait jusque-là la partie du corps correspondante, il ne subsiste que le mouvement volontaire manifesté dans les mouvements issus des centres sous-corticaux ».

111

Il résulte de l'ensemble des expériences d'extirpations partielles des régions des extrémités, pratiquées par Munk sur les singes, que, dans chaque région ou territoire cortical, les neurones moteurs, en rapport avec les centres spinaux, dont les fibres radiculaires se distribuent aux muscles de telle ou telle partie du corps, ne sont pas mêlés et confondus sans ordre, mais régulièrement disposés dans un ordre qui correspond à la place des muscles dont ces cellules nerveuses déterminent les contractions par l'intermédiaire des centres de la moelle épinière. Comme l'extirpation d'une partie de la région corticale du bras ou de la jambe prive toujours une partie correspondante de ces membres de leurs mouvements volontaires isolés, « alors que, dans le reste du bras ou de la jambe, ces mouvements persistent », il faut, de nécessité, que tous les éléments moteurs dont les centres spinaux mettent en mouvement les mêmes segments des extrémités, se trouvent toujours réunis en un groupe. Et, comme après une extirpation de la région du bras, affectant la face interne ou externe, etc., de ce membre, les mouvements volontaires isolés du bras manquent sur les segments supérieurs ou inférieurs, etc., il faut que les groupes de cellules motrices se succèdent dans le même ordre que les segments de cette extrémité. En d'autres termes, l'ordre des neurones moteurs de l'écorce doit correspondre à celui des muscles des parties correspondantes du corps que ces neurones gouvernent par l'intermédiaire des centres spinaux.

¹ H. MUNK: Über die Functionen der Grosshirnrinde, p. 32.

² H. MUNK: Fühlspähre der Grosshirnrinde, p. 41-44.

Il en est de même, on l'a dit, pour « la projection de la peau » sur les sphères sensibles : la partie de la région corticale du bras ou de la jambe en rapport avec la peau de certains segments déterminés de ces extrémités, détermine en même temps les mouvements volontaires isolés de ces segments. Les expériences instituées par Munk (1892-1893) sur les localisations tactiles, ont démontré que le plus léger contact d'un segment de membre provoque toujours, comme réponse, un mouvement isolé de ce segment, doigts, orteils (et, chez le singe, de chaque doigt), main, pied, avant-bras. S'il suffit d'augmenter l'excitation pour qu'un plus grand nombre de segments entrent en mouvement, c'est pourtant toujours le segment affecté par le contact

de Beevor et Horsley¹, il rappelle que, d'après ces savants, les muscles des bras sont représentés sur la convexité des hémisphères, de haut en bas, dans un ordre progressif correspondant au degré d'étendue et de différenciation des mouvements : les mouvements des plus grands segments, tels que le bras et l'avant-bras, ayant leurs centres respectifs situés au-dessus des mouvements plus petits et plus différenciés de la main, des doigts et du pouce (fig. 1). Ces savants s'écartent toutefois de la conception de Munk. Ils déclarent expressément qu'ils voient dans le mouvement primaire (*primary movement*), c'est-à-dire dans le mouvement qui suit le premier l'excitation, un mouvement qui est éminemment représenté dans le point excité de l'écorce.

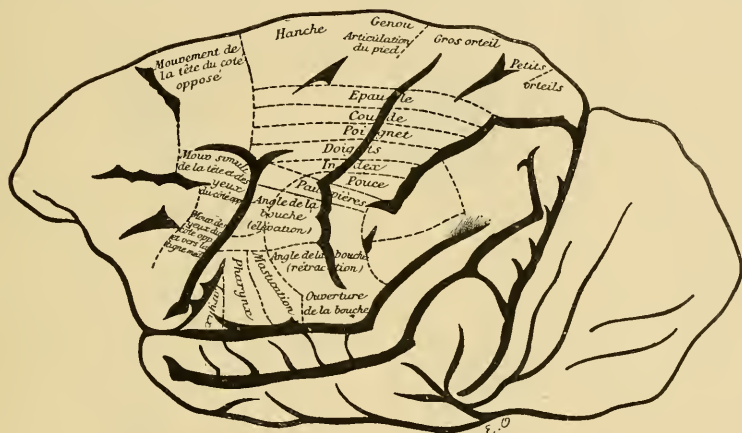


Fig. 1. — Régions motrices de la sensibilité et de la motilité volontaire de l'écorce cérébrale du singe.

qui se meut le premier. Il suit que les neurones sensitifs corticaux de la peau d'un membre ou segment de membre, sont étroitement associés aux neurones moteurs corticaux dont dépend le mouvement des muscles qui répondent par ces contractions. La brièveté des voies d'association entre ces deux sortes de neurones corticaux expliquerait ce processus, sans parler de la facilité et de la vitesse de conduction que l'exercice et l'habitude réalisent dans les voies nerveuses. Munk insiste sur la proximité très vraisemblable de ces deux sortes d'éléments dans l'écorce cérébrale. C'est ainsi que, sur un chien où ne subsistait qu'une portion minime des régions corticales des extrémités gauches, et où toute trace de sensibilité tactile faisait défaut sur les extrémités droites, il suffisait de *toucher* un certain point des orteils pour provoquer un *mouvement* de ses orteils.

Dans l'examen que Munk a fait des expériences

En quoi ils sont d'accord avec Hughlings Jackson, suivant lequel ce qui est localisé dans le cerveau est une représentation en degré de plusieurs mouvements, non un centre étroitement délimité d'un mouvement isolé². Ces auteurs sont donc arrivés au résultat qu'« il n'y a point de ligne absolue de démarcation entre l'aire corticale de localisation d'un mouvement et celle d'un autre mouvement; chaque mouvement ayant un centre de représentation maximum, et celle-ci allant graduellement en diminuant (*shading*) dans l'écorce environnante ». Il ressort, au contraire, des expériences de Munk, que, sans reparler des connexions constantes et

¹ *Philos. Transact. of the R. Soc. of Lond.*, vol. 178 (1887) B, 153 sq.

² *Ibid.*, 162. The use of the expression (*primary movement*) is in harmony with Dr HUGHINGS JACKSON'S view, viz., that cerebral localisation is in the main a matter of degree of representation of several movements, and not the close limitation of any one.

fixes des éléments moteurs de l'écorce avec les fibres afférentes de sensibilité, ces neurones moteurs n'étant pas seulement en rapport avec les cornes antérieures de la moelle épinière et avec les centres réflexes de la moelle épinière, mais associés entre eux dans le centre cortical, on conçoit très bien comment leur excitation peut se localiser

doigts et envahissent régulièrement, de segment en segment, les muscles des segments supérieurs. Chez le chien, ces convulsions cloniques s'observent souvent si l'on multiplie les excitations de la partie inférieure de la *région corticale de l'extrémité antérieure*; alors qu'elles avaient déjà envahi le bras, Munk a pu les limiter aux orteils, ou aux or-

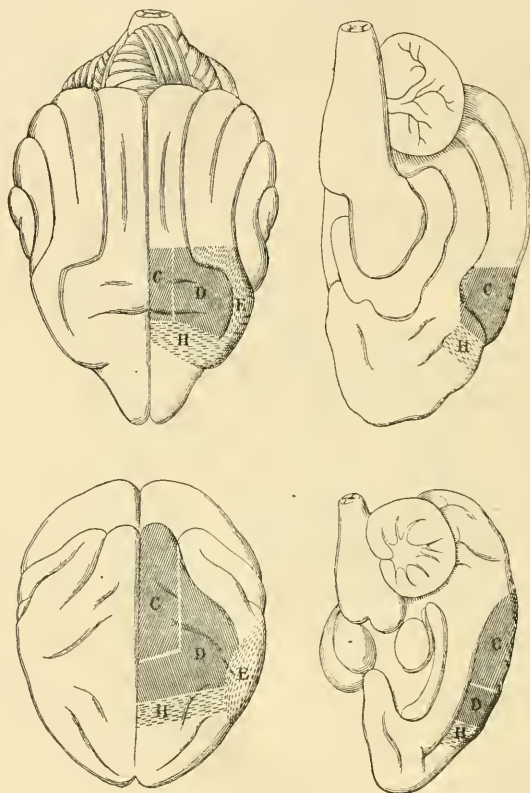


Fig. 2. — *Aires corticales de la sphère sensitive du corps. Ecorce cérébrale du chien (partie supérieure) et du singe (partie inférieure).* — C, région des extrémités inférieures; D, région des extrémités supérieures; E, région de la tête; H, région du cou et de la nuque.

et déterminer des réactions isolées, sans diffusion ni propagation aux autres éléments moteurs du centre considéré.

Les associations des neurones moteurs dans l'écorce expliquent aussi les *convulsions cloniques*. Après des excitations répétées, de fréquence et de durée suffisante, du territoire cortical le plus externe de la jambe et particulièrement du bras, elles se produisent, comme effet consécutif d'une excitation nouvelle, dans les muscles des orteils et des

teils et au pied, en extirpant rapidement la partie antérieure de cette même région. Des stimulations très faibles et de courte durée de la partie postérieure de cette région n'ont pour effet que de provoquer régulièrement des mouvements des orteils; l'excitation de points situés en avant du *sulcus coronalis* détermine, selon que ces points sont plus internes ou externes, l'extension ou la flexion de tous les orteils. L'excitation augmente-t-elle d'intensité et de durée, des mouvements du *pied*, de

l'avant-bras et du bras viennent s'associer aux premiers. De faibles et brèves stimulations, appliquées à une plus grande distance en avant du *sulcus coronalis*, provoquent surtout des mouvements du pied et des orteils. Les excitations de la partie antérieure du territoire cortical de l'extrémité antérieure ont les mêmes effets que les excitations de la partie interne de la région du bras chez le singe. Tout se passe, d'ailleurs, chez le chien comme chez le singe, si ce n'est que, chez le premier de ces mammifères, les mouvements isolés d'un membre ou segment de membre peuvent plus rarement être déterminés par l'excitation. La même différence a été observée par Beever et Horsley entre les macaques et les autres singes inférieurs qui ont servi à leurs expériences comme à celles de Munk, et un orang-outang, sur lequel ils ont institué des recherches comparatives (1890). Une faible excitation est toujours suivie, chez l'orang, du mouvement isolé d'un membre, et, suivant le point excité, d'une flexion ou d'une extension de ce membre; le mouvement initial d'un membre ou segment de membre provoque plus rarement les mouvements consécutifs d'autres membres ou segments de membres. Conformément à leur idée, que chaque mouvement possède, dans l'écorce, un territoire assez étendu de représentation, au maximum au centre, au minimum à la périphérie, et que ces territoires de représentation empiètent les uns sur les autres, Beever et Horsley ont trouvé chez l'orang une delimitation plus étroite de la représentation de chaque membre et segment de membre considéré isolément; ils ont constaté un plus haut degré de différenciation de ces représentations, expression du progrès considérable de l'écorce de l'orang comparée à celle du macaque au point de vue de l'évolution des fonctions¹. « Or cette différence trouve son explication toute simple, écrit Munk, dans la *différence d'excitabilité des écorces examinées*. Cette excitabilité est, en effet, comme le montrent les expériences d'excitation, la plus grande chez le chien; plus petite chez le macaque, elle est plus petite encore chez l'orang fig. 2.

Par conséquent, l'excitation des points excités de l'écorce doit se propager le plus difficilement chez l'orang, plus facilement chez le macaque, avec plus de facilité encore chez le chien. En d'autres termes, et plus exactement, l'excitation des éléments moteurs corticaux, excités par le stimulus électrique, doit plus difficilement provoquer l'excitation d'autres éléments moteurs de la région considérée avec lesquels ils sont anatomiquement associés. C'est un fait bien connu que, par la stimulation électrique, les attaques d'épilepsie éclatent bien plus vite et plus rapidement chez le chien que chez le macaque, ce qui prouve la plus grande excitabilité de l'écorce du chien et la diffusion, plus rapide, de l'excitation dans l'écorce de ce mammifère¹. Ajoutez, à titre de circonstance favorable, que la région corticale des extrémités est, chez le macaque, absolument et relativement à la grosseur du corps et du cerveau, plus étendue que chez le chien. D'ailleurs, chez le macaque, un plus grand nombre de neurones moteurs de cette région de l'écorce, en rapport avec les centres spinaux d'innervation musculaire, doit correspondre au plus grand nombre des muscles des extrémités, lesquels peuvent être mis isolément en mouvement par la volonté. Que l'on compare seulement les mouvements isolés qu'exécute séparément chaque doigt du macaque au mouvement d'ensemble des orteils du chien. Outre leur nombre plus considérable, les neurones moteurs pourraient, dans l'écorce du macaque, être situés à une plus grande distance les uns des autres que ceux du chien. Cela expliquerait pourquoi, chez ce mammifère, l'excitation est plus rarement suivie du mouvement isolé d'un segment de membre. On comprendrait en même temps que le stimulus électrique affectât plus rarement les éléments moteurs, et ceux-là seulement qui se trouvent en rapport avec les centres spinaux des muscles, dont la contraction est capable de mouvoir séparément un segment de membre, tous les faisceaux d'association entre les neurones moteurs de cette région de l'écorce étant moins longs chez le chien que chez le macaque. »

Jules Soury,

Directeur adjoint à l'Ecole pratique des Hautes-Études

¹ *Ibid.*, 145. The extreme paucity of such combinations shows more clearly than words to what a remarkable extent the representation of each individual segment is integrated in the cortex of the Orang. Too much stress cannot be laid upon this point since it demonstrates incontestably the great advance in evolution of function of the Orang's cortex above that of the Macaque.

¹ BEEVER et HORSLEY ont constaté qu'il est plus difficile de provoquer des attaques d'épilepsie par la stimulation électrique de l'écorce chez l'orang que chez le macaque. Note de H. MUNK.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Delassus (El.), *Chargé de Conférences à l'Université de Lille. — Leçons sur la Théorie analytique des Equations aux dérivées partielles du premier ordre. — 1 brochure de 88 pages. A. Hermann, éditeur. Paris, 1898.*

Voici un ouvrage qui mérite d'être placé à côté du traité classique de M. Goursat. Il a pour objet la théorie analytique des équations aux dérivées partielles du premier ordre, exposée à un point de vue nouveau, grâce à l'introduction d'une *forme canonique absolument générale*. Cette forme donne à la théorie beaucoup plus d'unité que par le passé; elle n'exige pas, pour les méthodes d'intégration, la distinction entre le cas où l'inconnue figure dans les équations et celui où elle n'y figure pas.

Après avoir présenté la réduction des systèmes à la forme canonique, l'auteur établit le théorème fondamental de l'existence des intégrales d'un système canonique. C'est le *théorème de Cauchy généralisé*. Il définit ensuite le *problème de Cauchy* relatif à un système quelconque du premier ordre. Puis viennent la réduction à des équations successives et la réduction à une seule équation. Ces transformations conduisent immédiatement à la méthode de Mayer pour l'intégration des systèmes linéaires.

L'intégration des systèmes non linéaires est basée sur la théorie connue de l'intégrale complète; nous y trouvons la solution du problème de Cauchy au moyen d'une pareille intégrale, mais elle est débarrassée de toute considération géométrique relative aux caractéristiques. Les méthodes d'intégration auxquelles a recouru l'auteur sont, d'abord celle de Jacobi et Mayer, puis celle de Lie; elles s'adaptent très facilement à la forme canonique choisie, sans subir de modification suivant que l'inconnue figure ou non dans les équations.

II. FEHR,

Privat-Docent à l'Université de Genève.

Mach (Dr E.), *Professeur à l'Université de Vienne. — Popular-wissenschaftliche Abhandlungen. — 1 vol. in-18 de 344 pages avec 42 figures. (Prix : 6 fr. 25.) Johann Ambrosius Barth, éditeur. Leipzig, 1898.*

Cette collection des conférences populaires de M. Mach, rassemblées en un volume l'an dernier, embrasse déjà un espace de trente années, et cependant les plus anciennes ont à peine vieilli malgré la profonde transformation qu'a subie la science dans la même période.

C'est que l'auteur, tout en choisissant des sujets présentant un certain intérêt d'actualité, n'a pas trop sacrifié au moment présent, a su faire la part de ce qui dure, et a mis, au service des questions qu'il traite la jeunesse d'expression, la verve du conférencier de race parlant à un aimable public.

Et cependant, en comparant entre elles les quinze conférences qui composent l'ouvrage, on devine l'évolution que ces trente années de travail ont produites dans l'esprit de l'auteur. L'austérité le gagne dans le choix des sujets comme dans leur conception. Non qu'il devienne morose, loin de là; M. Mach est toujours aimable, mais sa pensée a mûri; au lieu de sujets particuliers, il aborde des questions d'une grande généralité, avec le savoir et la profondeur de pensée acquis dans toute une vie de travail.

En 1868, Plateau venait de publier ses admirables travaux sur les figures laminaires; M. Mach entreprend

de les décrire et réussit, à propos des surfaces minima, à montrer comment, dans la Nature, les actions et les mouvements ont une direction déterminée. « La Nature cherche à faire descendre les poids. Nous pouvons, il est vrai, soulever un poids, mais c'est à la condition d'en laisser descendre un plus lourd, ou bien en satisfaisant un désir plus grand de la Nature. Lorsque nous cherchons à ruser avec la Nature pour nous l'asservir, les choses se passent toujours en réalité autrement que nous ne l'avions pensé; en définitive, elle s'est toujours servie de nous pour arriver à ses fins. »

Ces quelques mots ne cachent-ils pas le principe de l'impossibilité du mouvement perpétuel, avec celui de l'augmentation de l'entropie?

On retrouvera les mêmes ingénieuses échappées sur les lois générales dans les discours sur l'harmonie, sur l'histoire de l'Acoustique ou dans ce sujet toujours jeune pour qui sait le rajeunir : « A quelle fin l'homme a-t-il deux yeux? »

C'est presque une découverte que fit M. Mach lorsqu'il trouva, dans un écrit bien oublié de Sauveur, une théorie de l'harmonie qui, complétée par nos connaissances actuelles, n'est autre que celle de Helmholtz.

Suivant Sauveur, « les battements ne plaisent pas à l'oreille, à cause de l'inégalité du son, et l'on peut croire avec beaucoup d'apparence que ce qui rend les octaves si agréables, c'est qu'on n'y entend jamais de battements ». Et l'historien de l'Académie des Sciences de Paris ajoutait :

« Si cette hypothèse est vraie, elle découvrira la véritable source des règles de la composition, inconnue jusqu'à présent à la Philosophie, qui s'en remettait presque entièrement au jugement de l'oreille. Ces sortes de jugemens naturels, quelque bizarres qu'ils paraissent quelquefois, ne le sont point; ils ont des causes très réelles dont la connaissance appartient à la Philosophie, pourvu qu'elle s'en puisse mettre en possession. »

Ces quelques lignes datent de la dernière année du XVIII^e siècle; elles présagent l'affranchissement de l'esprit que devait accomplir le XVIII^e siècle, et la grande floraison de la Science rendue désormais possible et que le siècle qui finit aura vu s'accomplir.

Ce progrès des idées est aussi une des pensées dirigeantes des conférences de M. Mach; il y insiste particulièrement dans les discours sur la vitesse de la lumière. Galilée avait déjà attaqué le problème de sa mesure par une méthode parfaitement correcte en principe, mais mille fois trop rudimentaire pour qu'il lui fût possible de donner une idée de cette vitesse. Römer observant, avec Cassini, les éclipses des satellites de Jupiter, revint à la même idée, et c'est encore cette idée qu'utilisa Fizeau et plus tard M. Cornu, pour des mesures aujourd'hui classiques.

Tel est le trait le plus saillant des conférences de M. Mach: abondant d'un esprit dégagé, et souvent après quelques aimables facéties, un sujet ardu, il l'anime par des rapprochements imprévus, soutient l'attention du lecteur, en tire des idées générales, et laisse finalement l'impression qu'on a beaucoup appris, tout en passant quelques délicieux moments.

CH.-ED. GUILLAUME,

Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

Villé (E.), *Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille. — Compositions d'Analyse, Cinématique, Mécanique et Astronomie (données à la Sorbonne pour la licence). — 1 vol. in-8° de 300 p. ges. (Prix : 8 fr.) Gauthier-Villars, éditeurs, Paris, 1898.*

2° Sciences physiques

Pictet (Amé.), *Professeur de Chimie à l'Université de Genève.* — *La constitution chimique des Alcaloïdes végétaux* (2^e édition). — 1 vol. in-8° de 420 pages. (Prix : 10 fr.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1898.

Grâce aux recherches suivies dont toutes les séries de la Chimie organique sont l'objet depuis un quart de siècle, il devient de plus en plus nécessaire d'adopter le système de monographies, qui nous permettent d'embrasser dans leur ensemble les corps qui appartiennent à un groupe déterminé. C'est ainsi que nous possédons déjà des monographies sur les hydrates de carbone, sur les matières colorantes artificielles, etc. L'œuvre de M. Pictet a été une des premières rentrant dans cette catégorie et le succès qu'elle a obtenu, il y a quelques années, prouve que l'innovation a été heureuse.

Dans cette seconde édition, l'auteur s'est sensiblement écarté du point de vue adopté dans la première et qui était celui que M. Kerns avait inauguré, en 1880, dans son ouvrage : *Studien über die Alkaloide*.

Le savant allemand proposa, en effet, de réserver le nom d'*alcaloïdes* à celles des bases naturelles qui sont des dérivés pyridiques. Toute séduisante que pouvait être cette proposition, elle n'a pas tardé à paraître trop restreinte, puisqu'elle excluait du groupe des alcaloïdes un ensemble de composés qui en possèdent cependant nettement les caractères et qui ne sont pas dérivés de la pyridine. Il en est ainsi de la morphine, par exemple.

M. Pictet en revie 1 donc à l'ancienne définition du mot alcaloïde et l'appelle indifféremment à toutes les bases organiques naturelles, quelle que soit leur constitution. « Il considère le terme d'*alcaloïdes végétal* comme absolument synonyme de celui de *bases végétales*, ce terme comprenant l'ensemble des principes immédiats que l'on a retirés jusqu'ici des plantes et qui possèdent la propriété de s'unir aux acides pour former des sels. »

Il est à souhaiter que, dans une prochaine édition, l'auteur donne encore une plus grande extension au mot *alcaloïde*, et qu'il y comprenne les bases animales.

Après un court historique, le savant professeur genevois fait une étude très détaillée de la pyridine et de ses principaux dérivés artificiels.

Une centaine de pages sont consacrées à cet exposé, qui comprend non seulement les homologues de cette base, mais encore les acides pyridine-carboniques, les bipyridyles, les quinolénes et homologues, ainsi que les acides quinoléne-carboniques.

La seconde partie, de beaucoup la plus étendue, a trait aux alcaloïdes naturels. Dans un premier chapitre, l'auteur esquisse les principales propriétés physiques et chimiques de cette grande classe de corps, insiste sur les différents formes sous lesquelles l'oxygène y est combiné (formes hydroxylque, cétonique, carboxylique, etc.), et envisage la manière dont l'azote y est fixé.

Parmi les réactions auxquelles les alcaloïdes donnent lieu, il cite celles de réduction, d'oxydation, et il termine ce chapitre par un essai de classification des alcaloïdes naturels.

Suivent enfin dix-neuf chapitres où l'auteur étudie, par groupes, l'immense variété des bases naturelles actuellement connues.

La compétence toute spéciale que donnent à M. Pictet ses contributions personnelles à ce vaste champ de la Chimie organique, la conscience apportée dans l'énumération des travaux cités, l'esprit judicieux avec lequel sont exposés ces travaux, qualités auxquelles il faut ajouter un style élégant, tout en étant si bre, font que cet ouvrage peut être considéré comme un modèle dans son genre. Nous ne pouvons donc que le recommander aux chercheurs, qui veulent y puiser des documents, et aux amateurs qui désirent se faire une

opinion sur ce groupe si utile et si captivant des alcaloïdes.

A. HALLER,

Correspondant de l'Institut.
Directeur de l'Institut Chimique de Nancy.

Engelmann (Th.-W.), *Professeur à l'Université d'Utrecht.* — *Tafeln und Tabellen zur Darstellung der Ergebnisse spectroscopischer und spectrophotometrischer Beobachtungen.* — Ouvrage se composant de 20 planches en couleurs et de tableaux. Prix : 2 fr. 25. W. Engelmann, éditeur. Leipzig, 1898.

Une enveloppe en papier fort contient dix planches où cinq spectres colorés et divisés en longueurs d'onde (400, 410, 420 800) peuvent servir à la représentation des spectres. Un spectre solaire placé au-dessus de ces spectres leur sert de référence.

D'autres planches, avec division verticale (de 0 à 100) et horizontale en longueur d'onde (de 400 à 800), et un spectre coloré servant de référence, permettent de résumer par des graphiques les résultats d'examen spectrophotométriques. Deux tables et une introduction facilitent les calculs nécessaires pour utiliser ces planches et en expliquent l'usage.

3° Sciences naturelles

Suess (Ed.), *Professeur de Géologie à l'Université de Vienne, Correspondant de l'Institut de France.* — *La Face de la Terre* (Das Antlitz der Erde). — Traduit avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de M. EMMANUEL DE MARGERIE, avec une préface, par M. MARCEL BERTRAND, de l'Académie des Sciences. Tome I. — 1 vol. in-8°, avec 2 cartes en couleur et 122 fig. dont 75 exécutées spécialement pour l'édition française XV-835 p. A. Colin et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1898.

Les personnes qui ont suivi de près le développement et les tendances des sciences géologiques dans ces quinze dernières années doivent être frappées de la transformation qui s'est manifestée dans les préoccupations des géologues. On a pu remarquer — notamment en France — l'évolution rapide qu'a subie le haut enseignement géologique. Le temps n'est pas loin, en effet, où, dans les cours de nos Facultés, on pouvait assister aux fastidieuses énumérations d'étages et de noms de fossiles, dont la nomenclature semblait être le but suprême proposé à la curiosité des auditeurs. A ces entassements de détails, dont l'apparente inutilité rebutait les vocations et lassait les bonnes volontés, se sont substitués d'intéressants aperçus sur l'histoire de nos continents; on nous a montré comment des documents longtemps accumulés se dégageaient enfin l'image des océans passés; on a retracé devant nous les migrations des faunes marines, la formation des surfaces continentales et le développement de leurs habitants. Les géologues ont cherché plus activement à savoir, après Elie de Beaumont, comment ces couches qu'on avait jusqu'alors analysées et décrites, sans se préoccuper de leur position, avaient été redressées, disloquées, plissées, et quels étaient les phénomènes généraux de la déformation de l'écorce terrestre. Les principaux reliefs furent étudiés dans leur structure; on nous fit voir qu'il y avait là une série de types, d'individualités distinctes et, en s'élevant à rechercher les rapports entre ces unités, on fut amené à des considérations du plus haut intérêt sur le plan général, sur l'âge et sur la cause de ces déformations.

Une nouvelle ère commença pour la Géologie, suivant l'heureuse expression de M. Marcel Bertrand dont le rôle dans cette évolution de notre science fut prépondérant. Mais ce mouvement, qui a produit en France une si belle floraison de travaux originaux, n'était pas né dans notre pays; il était dû en grande partie à l'œuvre géniale d'un homme dont l'influence

¹ Ont collaboré à la traduction du tome I, outre M. de Margerie : MM. Deperet, Gallois, Haug, W. Kilian, Martier, A. Michel-Lévy (de l'Institut), Raveneau et Schimper.

avait pénétré notre Ecole française. C'est à M. Suess, professeur à l'Université de Vienne, que revient, en effet, l'honneur d'avoir, par son beau livre: *Das Antlitz der Erde*, ouvert, dès 1883, à la Géologie, ces voies nouvelles et fécondes. Ce savant a été le premier à montrer qu'en Géologie « l'ère des tâtonnements était passée » et que, de la masse des observations recueillies par plusieurs générations de chercheurs, il était possible et légitime, sans laisser à l'hypothèse une trop large part, de tirer déjà des conclusions de la plus haute portée.

C'est ainsi qu'on doit au génie de M. Suess d'avoir mis en évidence l'âge différent des grands océans et l'existence d'un ancien continent équatorial. L'irrégularité de contours des chaînes de montagnes, la dissymétrie de structure de ces zones plissées de l'écorce terrestre, le tracé de lignes directrices permettant de reconstituer certaines d'entre elles, aujourd'hui morcelées et interrompues par des affaissements partiels, la formation de plis plus récents (posthumes) sur l'emplacemement des anciennes chaînes, le rôle des massifs résistants, la distinction entre les mouvements de plissement et les phénomènes d'affaissement, l'importance de ces derniers, sont des notions aujourd'hui classiques au même titre que l'existence d'une série de zones plissées d'âges divers. Il en est de même des phénomènes de régression et de transgression des mers anciennes se manifestant au même moment sur de grandes étendues et dont M. Suess a révélé le premier la généralité et l'importance dans l'histoire du globe.

Si la jeune génération des géologues français avait subi l'influence de ces idées, peu jusqu'à présent avaient pu puiser directement à leur source les fécondes conceptions du professeur Suess; on comprend dès lors que la récente publication en langue française de l'*Antlitz der Erde* ait pris les proportions d'un véritable événement dans notre milieu scientifique, et combien chaudement il convient de féliciter M. Emmanuel de Margerie d'avoir entrepris la lourde charge de diriger cette traduction. Ce n'est pas, en effet, une simple transposition en français de l'original qui nous est présentée ici; l'ouvrage a été augmenté de notes précieuses et un grand nombre de figures nouvelles ont été introduites dans l'édition française. La nature même du texte qu'on tenait à reproduire fidèlement avec la pensée de l'auteur, présentait, avec les expressions nouvelles créées par M. Suess et les germanismes du style, des difficultés particulières à être traduites en français. M. de Margerie a obtenu le concours de collaborateurs compétents, mais il nous permettra de reconnaître ici que c'est au labeur infatigable qu'il a fourni, que nous devons la correction remarquable du texte, la sûreté et l'abondance des renseignements nouveaux que contient l'édition française de l'*Antlitz der Erde*.

La traduction des divers chapitres a été confiée à des spécialistes qui ont chacun, pour la portion qui lui était confiée, rédigé des annotations destinées à compléter, d'après les découvertes nombreuses faites depuis la publication de l'édition allemande, les riches commentaires bibliographiques de l'ouvrage primitif. Tels qu'ils ont été discrètement annexés aux notes de l'auteur, ces commentaires sont loin de déparer l'œuvre du Maître, ils rendent plus sensibles les progrès accomplis sous son impulsion, et, bien souvent, montrent au lecteur étonné combien les explorations ultérieures ont confirmé les vues profondes que, par une sorte de divination, M. Suess avait appuyées sur quelques indices épars.

Sans doute quelques-unes des conceptions de M. Suess ont été vivement combattues, un certain nombre de ses conclusions n'ont pas été ratifiées par les recherches ultérieures, mais ces divergences ne portent que sur un très petit nombre de points, et, après quatorze années, on est confondu de voir la place qu'occupent dans la science les idées émises dans l'*Antlitz der Erde*.

Après la très remarquable préface dans laquelle

M. Bertrand a caractérisé avec tant d'élévation et de justesse l'œuvre de M. Suess, il est bien difficile de tenter une appréciation de cet ouvrage sans s'exposer à rester inférieur à l'admiration qu'il doit inspirer; aussi nous bornons-nous à esquisser brièvement ici le plan suivi par l'auteur.

L'œuvre entière doit comprendre trois parties dans lesquelles seront étudiés successivement les mouvements de l'écorce terrestre, les principales chaînes de montagnes, les changements de forme des océans, et que complètera une quatrième partie, couronnement de l'ouvrage, où ce savant géologue « comparera les transformations telluriques exposées dans les trois premiers volumes avec celles que les faunes terrestres ont éprouvées à partir de la période tertiaire dans l'hémisphère nord ».

La traduction que nous avons sous les yeux correspond aux deux premières divisions de ce programme.

Dans une introduction très originale, l'auteur pose d'une façon magistrale les principaux problèmes géologiques; il fait pressentir l'importance des grandes transgressions dans l'histoire du globe, et, faisant ressortir la dissimilation profonde entre la structure des côtes pacifiques et atlantiques, il conclut à l'indépendance de ces grands mouvements des mers vis-à-vis des phénomènes orogéniques proprement dits.

La première partie est consacrée aux *mouvements de la croûte extérieure du globe*. Un chapitre initial plein d'érudition est consacré au déluge biblique dont le caractère essentiellement local est mis en évidence. Passant ensuite à l'étude des tremblements de terre, l'auteur examine un certain nombre de centres d'ébranlement; il s'attache particulièrement à démontrer que jamais aucun soulèvement réel de l'écorce terrestre n'a été constaté. Les diverses formes de dislocations sont ensuite passées en revue et rapportées à deux catégories: dislocations par mouvements tangentiels et dislocations par affaissement (mouvement radial), pouvant parfois se combiner. L'étude des volcans et des massifs éruptifs conduit l'auteur à des considérations d'un haut intérêt sur les culots éruptifs, sur leurs rapports avec les grandes fractures, sur les batholithes et sur les différentes roches que met successivement à jour la dégradation progressive de ces divers appareils.

Un autre chapitre contient une classification des tremblements de terre d'après leur origine.

La deuxième partie, intitulée *Les montagnes*, comprend quatorze chapitres des plus remarquables par la nouveauté des vues et dans lesquels sont décrites un certain nombre de régions naturelles. Les traits importants de leur structure sont dégagés et exposés; l'âge des principaux accidents orogéniques est précisé. On voit se dessiner avec une merveilleuse netteté des individualités tectoniques dont les rapports mutuels sont étudiés et dont la distinction doit faciliter l'intelligence du plan d'ensemble offert par les déformations du globe terrestre. C'est d'abord l'avant-pays Vorland; du système alpin; puis le système alpin proprement dit, dont les lignes directrices sont l'objet d'un chapitre magistral; ensuite sont étudiés tour à tour l'affaissement de la région adriatique, la Méditerranée et son histoire, le grand plateau désertique Sahara, l'Égypte, l'Abyssinie, l'Arabie, Syrie, les fragments du Continent indien, les faisceaux montagneux de l'Hode, les rapports des Alpes et des chaînes asiatiques, l'Amérique du Sud, les Antilles et l'Amérique du Nord.

Le livre se termine par un résumé grandiose des notions acquises précédemment; les diverses unités tectoniques sont énumérées ainsi que les divers modes suivant lesquels s'y sont manifestés et localisés les efforts orogéniques; M. Suess y est amené à attribuer aux affaissements une importance prépondérante dans l'histoire du globe. « C'est à l'écroulement du globe terrestre que nous assistons », s'écrit-il, et il conclut en rappelant que: ce sont les *effondrements* qui ont permis aux eaux de se rassembler dans des mers profondes, et que c'est ainsi seulement que des continents

ont pu se former et des êtres respirant par des poumons prendre naissance. »

Tel que nous est présenté ce premier volume, il constitue une mine inépuisable d'idées et de documents, un instrument de travail absolument nécessaire à tous ceux qui s'occupent à un point de vue quelconque de la science du globe. On peut dire, avec M. Marcel Bertrand, que pour les travailleurs, « à côté des services déjà rendus, ce livre peut en rendre de plus grands encore ». Il est permis d'espérer également qu'en révélant mieux qu'un autre aux esprits élevés l'importance et la grandeur des problèmes géologiques, en leur rappelant la part qui revient à l'Ecole française dans le développement de la Géologie, l'ouvrage de M. Suess contribuera à rendre à la science du globe, dans notre pays et dans nos programmes, la place à laquelle elle a droit et que lui refuse un déplorable ostracisme scientifique.

W. KILIAN,
Professeur de Géologie
à la Faculté des Sciences de Grenoble.

4° Sciences médicales

Wurtz (R.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris. — Précis de Bactériologie clinique.* (2^e édition) — 1 vol. in-16 de 544 pages avec 57 fig. noires et en couleurs. (Prix : 6 fr.) G. Masson et C^o, éditeurs. Paris, 1898.

Le but de l'auteur a été de réunir en un court volume toutes les notions qui peuvent être nécessaires à l'étudiant en médecine pour exécuter les recherches bactériologiques qui sont aujourd'hui le complément indispensable de la clinique. La première partie de l'ouvrage est consacrée à la technique, non pas celle du laboratoire, mais celle de l'hôpital, c'est-à-dire principalement aux règles à observer pour recueillir les matériaux d'étude soit sur le vivant, soit sur le cadavre; la deuxième partie contient l'histoire bactériologique de chacun des principaux appareils ou organes présentés séparément, de manière que le travailleur novice, en présence d'un liquide ou d'un tissu pathologique, puisse s'orienter et savoir à peu près dans quel sens il doit diriger ses recherches; enfin, dans la troisième partie, complément naturel de la précédente, chaque microbe pathogène est l'objet d'une description succincte, accompagnée de tableaux synoptiques qui présentent, sous une forme condensée, tous ses caractères essentiels. On trouvera notamment, dans cette deuxième édition, l'exposé des récents travaux de Yersin sur la peste bubonique, de Sabouraud sur les teignes, etc.

Outre l'excellent petit livre de M. Wurtz, qui a déjà pris sa place parmi les vade-mecum les plus indispensables de l'étudiant à l'hôpital, à côté des précis de diagnostic et d'auscultation, nous possédons quelques autres bons manuels également conçus sur un plan restreint; ce que tout le monde souhaite et attend maintenant, c'est l'apparition d'un traité magistral qui nous donne le tableau actuel de la science microbiologique, si prodigieusement élargie depuis quelques années par les travaux sur l'immunité, la phagocytose, la sérothérapie, etc.

Dr CA. RÉGIN,
Attaché à l'Institut Pasteur.

Laveran (A.), *Membre de l'Académie de Médecine, Correspondant de l'Institut. — Traité du Paludisme.* — Un vol. in-8° de 492 pages, avec 27 fig. (Prix : 10 fr.) Masson et C^o, éditeurs. Paris, 1898.

Le livre de M. Laveran fait suite aux deux Traités qu'il a publiés antérieurement sur le même sujet, l'un en 1884 (*Traité des Fièvres palustres*), l'autre en 1891 (*du Paludisme et de son hématozoaire*); mais il constitue véritablement un livre nouveau et non une réédition de ces précédents ouvrages. L'auteur de la découverte de cet agent pathogène du paludisme, découverte qui est

aujourd'hui universellement confirmée, a poursuivi avec une rare persévérance ses belles recherches sur le paludisme et sur la biologie de son parasite. Nul plus que lui n'était apte à mieux exposer et apprécier les travaux que le même sujet a suscités parmi les savants des autres pays.

Ce livre est une monographie complète, mise au courant des travaux les plus récents; il embrasse tout ce qui concerne le paludisme, son étiologie, ses formes cliniques si variées, son anatomie pathologique et son traitement. L'étude épidémiologique de la malaria, sa répartition à la surface du globe, les conditions météoriques ou telluriques qui favorisent le développement de l'endémie, tiennent une place méritée. Le chapitre III est consacré spécialement à la description de l'hématozoaire. Dans un chapitre spécial et nouveau (chapitre XII), M. Laveran passe en revue les sporozoaires, voisins de celui du paludisme, qui jouent un rôle pathogène chez l'homme et chez l'animal.

C'est donc à un Traité complet, écrit avec cette sobriété de style, cette clarté et cette précision sévère qui caractérisent les ouvrages de M. Laveran; le praticien qui a à compter avec les manifestations cliniques si polymorphes du paludisme, l'observateur préoccupé des recherches de laboratoire puiseront avec fruit dans ce livre qui abonde en documents précieux.

Dr H. VINCENT,
Professeur agrégé au Val-de-Grâce.

Braut (A.), *Médecin de l'Hôpital Tenon, Chef des Travaux pratiques d'Anatomie pathologique à la Faculté de Médecine de Paris. — Les Artérites et les Scléroses.* — 1 vol. in-16 de 168 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. Léauté, Membre de l'Institut. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.) G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1898.

Ce volume est le complément de la remarquable étude que M. Braut avait écrite sur les Artérites dans un livre de la même collection précédemment analysé dans cette *Revue*. Ce dernier était descriptif, celui-ci est consacré à la critique et à l'interprétation des faits.

M. Braut explique d'abord que les lésions artérielles ne sont pas proportionnelles au degré de l'inflammation, que dans les inflammations aiguës les cellules nobles des parenchymes sont frappées et altérées beaucoup plus que les tuniques artérielles. On ne saurait donc prétendre que les lésions viscérales sont la conséquence des lésions des vaisseaux. Il en est de même dans les inflammations chroniques. L'infection microbienne, quel que soit son agent, porte son action plutôt sur le tissu même, plus souvent encore sur le tissu conjonctif que sur les vaisseaux qui ne sont altérés que secondairement. La tuberculose, la gomme syphilitique, le nodule lépreux servent d'exemples pour montrer que les artères sont étrangères à la distribution topographique des lésions.

Dans les scléroses, il n'est pas rare de trouver l'intégrité des vaisseaux nourriciers des viscères atteints; et, réciproquement, à des lésions vasculaires très prononcées ne correspondent pas toujours des altérations organiques parallèles. D'où il suit que les artérites n'ont pas d'action sur le développement des scléroses. Celles-ci sont dues à l'hypertrophie directe du tissu conjonctif et à son induration consécutive. Or cette hypertrophie conjonctive, cette sclérose peut se développer sous l'action de toute irritation chronique d'origine microbienne ou toxique.

Le but de l'auteur dans ce livre, où il a multiplié les faits et les arguments tirés de la pathologie de chaque organe, a été de démontrer le mal fondé de la doctrine de l'artério-sclérose comme productrice des grandes scléroses viscérales, du rein, du foie, du pignon, etc.

Dr A. LÉTIENNE.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 Février 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. Bourlet établit une proposition qui résout, théoriquement du moins, le problème de l'itération dans un cas très général.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Bouasse montre que les deux lois sur la torsion résiduelle énoncées par M. Moreau dans une précédente communication se déduisent facilement des faits déjà connus. — M. Birckeland a constaté que, si l'on approche un fort électroaimant de la cathode d'un tube à vide en activité, à un certain moment la différence de potentiel entre l'anode et la cathode diminue considérablement et les rayons cathodiques sont remplacés par des rayons qui ne produisent aucune phosphorescence sur le verre du tube, mais se manifestent immédiatement dans le gaz qui y est renfermé par une lueur rayonnant le long des lignes de force magnétique. La distance critique varie avec l'intensité de l'aimant, mais la force magnétique exercée sur la cathode reste constante. — M. A. Guébard montre que, dans les enregistrements de figures d'effluves sur plaques voilées soumises à l'action de pôles thermiques dans les bains révélateurs, la chaleur, qui semblait être le facteur principal, n'a pas d'autre rôle que celui de force motrice; la pesanteur, par contre, prend la plus grande part à la production de ces phénomènes. — M. Ch. Zürcher adresse une note sur les apparences développées au moment de la dissolution de l'aniline dans l'eau. — M. M. Berthelot a fait l'étude des actions chimiques exercées par l'effluve électrique. Le dispositif employé consiste à placer les corps destinés à subir la réaction, dans l'état isolé ou mélangés, au sein d'un espace étroit, annulaire ou de toute autre forme, de façon à leur faire jouer le rôle de diélectriques incessamment traversés par les décharges d'un appareil à haute tension, tel qu'une bobine d'induction. Les systèmes qui réagissent le mieux sont les mélanges de gaz, ou les mélanges de gaz et de liquide possédant une forte tension de vapeur. Les réactions de l'effluve se résument en un double mouvement: l'un, de décomposition des principes mis en expérience tendant à séparer l'hydrogène et les composés linéaires les plus simples; l'autre, de condensation ou polymérisation, avec formation de composés complexes de l'ordre le plus élevé. — Dans une autre communication, M. Berthelot étudie l'action de l'effluve sur un mélange de carbures d'hydrogène et d'azote. Les carbures acétyléniques $C_2H_2^{n-2}$ se changent en polymères condensés sans perte notable d'hydrogène. Les carbures éthyliques $C_2H_2^n$ se polymérisent en perdant de l'hydrogène et en donnant des carbures probablement cycliques se rapprochant des camphènes. Les carbures forméniques $C_3H_2^{n+2}$ perdent de l'hydrogène en donnant des carbures éthyliques. Tous ces carbures fixent de l'azote en donnant des polyamines probablement cycliques; ces polyamines semblent: des tétramines, avec les carbures éthyliques et forméniques; des diamines, avec les carbures acétyléniques. — M. E. Grimaux a cherché à élucider la nature du corps obtenu, en traitant par le brome le produit brut de l'oxydation de la cinchonine. Par hydrogénation, il a obtenu un dérivé du méroquinène, qu'il a isolé à l'état de dérivé acétylé. Le corps primitif était donc un bromhydrate de bromoméroquinène $C_{19}H_{28}AzO_2$, HBBr. L'auteur a préparé également l'acétyl et l'oxyméroquinène. — M. H. Giran, en chauffant en tube scellé de l'anhydride phosphorique et du benzène, a obtenu un

corps dont il a préparé le sel de baryte et auquel il attribue la formule $C_{19}H^{16}PO_2^{16}B$; ce serait l'acide benzène-tétradiméthaphosphorique. — M. H. Bordier a étudié l'influence des rayons X sur le phénomène de l'osmose; il a constaté une action retardatrice très nette. Cette action n'est pas due à l'influence du champ électrique, car elle a lieu même quand cette action est neutralisée. — M. Balland adresse les analyses de diverses variétés de pâtes alimentaires (macaronis, nouilles, vermicelles, pâtes d'Italie) et de semoules. Ces corps, qui sont préparés à partir du blé, sont plus riches en matières azotées que les farines; par contre, ils contiennent moins de graisse, d'amidon, de cellulose et de cendres. — M. A. Lacroix a constaté que la plupart des polysilolites ne sont pas constitués par de la calcite ou de l'aragonite, comme on le croyait, mais par une nouvelle forme de carbonate de calcium, la klypéite. Cette dernière est caractérisée par sa faible biréfringence et, surtout, par sa propriété de détoner sous l'action de la chaleur; elle se résout alors en calcite.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. Ed. Perrier rappelle qu'il a toujours réclaté une série distincte, dans le règne animal, pour les Eponges. Mais il critique l'argument que M. Delage a donné récemment en faveur de cette séparation. Les caractères sur lesquels l'auteur s'appuie, sont: forme ramifiée ou irrégulière, absence de cavité générale, mésoderme très développé, chambres ciliées tapissées de choanocytes; absence de nématocytes et de tentacules. — MM. A. Charrin et A. Desgrez montrent que la constance visqueuse de certaines cultures de bacille pyocyanique est due à la présence d'une substance mucinoïde, élaborée par la cellule microbienne et précipitable par les réactifs ordinaires. Cette substance, injectée aux lapins, produit une série d'accidents pouvant se terminer par la mort. — MM. J. Bordas, Joulin et Rackowski ont isolé le bacille qui produit l'amertume du vin. Il se cultive sur eau de levure glucosée ou sur milieu de Laurent, après adjonction de peptone. Sur ce dernier milieu, le bacille se présente sous forme de petits bâtonnets, se groupant de telle façon qu'on peut les croire ramifiés. — M. A. de Gramont de Lesparre montre que l'aptitude à germer des spores de la truffe dépend de leur état de conservation, et de la nature et de l'exposition des feuilles. L'arome de la truffe a pour but la conservation de l'espèce; il agit comme antiseptique, pour retarder la fermentation et la destruction des spores.

Séance du 23 Février 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Poincaré donne une méthode rigoureuse de démonstration de l'intégrabilité de l'équation $\Delta u = e^u$, équation qui joue un rôle dans l'étude des équations et des fonctions fuchsienues. — M. E. Lindelöf montre le parti qu'on peut tirer de la transformation d'Euler, pour la détermination des points singuliers (situés sur le cercle de convergence ou en dehors de ce cercle) d'une fonction définie par son développement de Taylor. — M. H. Bourget indique une extension de la méthode de quadrature de Gauss à l'intégrale:

$$J = \int_c \int_c f(x, y) \, dx \, dy.$$

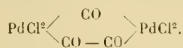
— M. E. Fontaneau communique une méthode générale d'intégration des équations euclésiennes de l'hydrodynamique. Elle consiste à substituer, aux composantes de vitesse et de rotation, une fonction unique des équations de deux séries de surfaces qui servent à définir

les filets liquides; on est obligé, dans ce cas, de faire usage de coordonnées curvilignes.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ch. Dévé décrit un nouveau modèle de lunette autocolimatrice à longue portée et un vérificateur optique des lignes et des surfaces des machines. — M. G.-M. Stanoïévitch a observé, sur des troncs coupés, des lignes de force et des surfaces équipotentielles, identiques à celles qui se forment dans un champ électromagnétique ou optique. L'auteur conclut à l'existence, dans le règne végétal, d'un *champ cellulaire* qui détermine la position des éléments. — M. Ch.-V. Zenger adresse un relevé des dépressions barométriques du mois de décembre 1897, comparées aux perturbations solaires et aux passages des essais périodiques d'étoiles filantes. — M. M. Berthelot étudie l'action chimique de l'effluve électrique sur des mélanges d'oxydes de carbone, d'hydrogène et d'azote. L'oxyde de carbone et l'acide carbonique, en réagissant sur un excès d'hydrogène, se condensent en hydrates de carbone. En présence de l'azote, il se produit des polymères de l'acide cyanhydrique et, plus spécialement, des corps de la série urique ou xanthinique. Dans les cas où il se forme de l'eau libre au cours des réactions, on voit apparaître de l'azotite d'ammoniacal. — Le même auteur a étudié l'action de l'effluve sur les alcools en présence d'azote. Tous les alcools fixent de l'azote, en formant des composés de nature amidée et, spécialement, alcaline. Cette fixation est accompagnée, pour les alcools de la série grasse de formule $C_nH^{2n+2}O$, par une perte d'hydrogène (1 atome pour l'alcool méthylique, 2 atomes pour les suivants). Les phénols fixent l'azote sans perte notable d'hydrogène. L'azote est fixé dans la proportion de 1 atome pour 2 atomes d'hydrogène éliminé. — M. A. Mourlot a obtenu du sulfure de baryum cristallisé en soumettant à l'action du four électrique, soit le sulfure amorphe, soit un mélange intime et aggloméré de sulfate et de charbon. Le sulfure cristallisé, moins altérable que le sulfure amorphe, est susceptible de se transformer intégralement en sulfate sous l'action de l'oxygène et peut se convertir en carbure sous l'action du carbone. — M. E. Fink a fait passer un courant d'oxyde de carbone sur du chlorure palladeux chauffé vers 260°. Il a obtenu trois corps : le chloropalladite de carbonyle $CO = PdCl_2$, le chloropalladite de dicarbonyle :



et le chloropalladite de sesquicarbonyle, résultant de l'union des précédents :



— M. Marcel Delépine montre que l'hydrocinnamide, corps résultant de l'action de l'ammoniac sur l'aldéhyde cinnamique, cristallise avec un demi-molécule d'eau et répond à la formule $C^{14}H^{13}Az_2 \cdot \frac{1}{2}H_2O$. Elle possède les propriétés fondamentales des glyoxalidines; c'est une base, donnant des sels indécomposables par les acides, conformément aux données thermiques. — M. Ochsner de Coninck a étudié l'action de l'eau oxygénée sur une ptomaine pyridique, présentant la composition d'une collidine ($C^{14}H^{14}Az$). Le corps obtenu, $C^{14}H^{14}Az$, doit être regardé comme une oxycolidine, ou *collidone*, $C^{14}H^{14}(OH)Az$; c'est l'homologue supérieur des oxypridines. — M. Gabriel Bertrand a constaté que si l'on ensemence du jus de sorbes avec de la fleur de vin, absolument exempt d'autres microorganismes, la sorbite est détruite avec formation d'eau et d'acide carbonique et sans production de sorbose. La transformation de la sorbite en sorbose a lieu uniquement par l'influence du bacille déjà décrit par l'auteur. — M. V. Martinand décrit un procédé nouveau de préparation des vins blancs au moyen des raisins rouges. Il consiste : 1° à extraire des raisins la plus

grande quantité de moût possible; 2° à arrêter la fermentation (par le refroidissement); 3° à aérer le moût jusqu'à sa décoloration; 1° à séparer par décantation ou filtration le moût des parties solides; 5° à faire fermenter le moût. — M. F. Wallerant montre qu'on peut faire tomber les objections qu'on a élevées contre la théorie des anomalies optiques de Mallard en faisant dériver les formes les moins symétriques de la forme la plus symétrique, au lieu de faire l'inverse, comme l'a proposé Mallard. L'auteur s'appuie, dans sa démonstration, sur les exemples fournis par la fluorine, la boracite, l'aragonite et la calcite.

3. SCIENCES NATURELLES. — MM. André Broca et Ch. Richet ont étudié l'influence des intermittences de repos et de travail sur la puissance moyenne du muscle. Avec les poids faibles (inférieurs à 500 gr.), elles sont nuisibles; avec les poids moyens (500 à 1.000 gr.), elles sont indifférentes; avec les poids forts (au-dessus de 1.000 gr.) elles sont favorables à la production du travail. — M. J. Chatin décrit l'évolution et la structure des éléments conjonctifs dans le manteau de la Paludine. — M. Paul Marchal vient de découvrir, chez un Hyménoptère parasite, l'*Encyrtus fuscicollis*, un nouveau mode de reproduction. Au début de l'ontogénèse, il se produit, dans l'œuf même, une dissociation du corps donnant naissance à un très grand nombre d'embryons, tous destinés à devenir des insectes parfaits. — M. Stan. Meunier a examiné quelques échantillons recueillis dans des forages sur la côte du bas Sénégal. Il a reconnu l'existence de quatre couches; ce sont, en commençant par en bas : 1° une couche calcaire; 2° une couche d'argiles feuilletées blanches; 3° une couche renfermant des dépôts de phosphates; et 4° une couche de calcaires jaunâtres, exploités comme pierres à chaux. LOUIS BAUSSET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 8 Février 1898.

M. Delorme donne lecture du discours qu'il a prononcé aux obsèques de M. J. Péan. — M. Chauvel analyse un mémoire de M. Constan, concernant un cas de varices volumineuses des jambes, de l'abdomen et du tronc chez un homme. Le traitement a consisté dans la compression, le soutien et le relèvement des parties atteintes. L'auteur attribue à une angiosclérose la cause de ces varices. — M. Chauvel présente un rapport sur un travail du Dr Arragon, relatif à un nouveau traitement de la pelade. L'auteur préconise les pulvérisations d'éther, puis d'un mélange de chlorure d'éthyle et d'oxyde de méthyle. Ce procédé est bon, mais long et onéreux. — Sur un rapport de M. A. Robin, l'Académie adopte la proposition suivante : Doit seul être toléré l'embouteillage en France des eaux naturelles prélevées à la source même et n'ayant subi aucune manipulation autre que le puisage. Ce puisage devra être opéré dans des conditions d'asepsie aussi rigoureuses que possible. La fabrication d'eaux minérales par dissolution de sels ou d'eaux mères provenant d'une source doit être interdite. — M. Delore a recherché la cause de la granulation de la face fœtale du placenta. Il se produit sur cette face un thrombus blanc, composé de fibrinogène éminemment rétractile. Les fibrilles, en diminuant de longueur, tirent les piliers et les projettent tellement qu'ils font saillie du côté du fœtus. — M. Ferrand examine l'action du vésicatoire cantharidien; il est à la fois diurétique, excitant nerveux-vasculaire et anti-microbien, car il produit la multiplication des leucocytes; c'est le révulsif par excellence des états diacritiques. Les contre-indications peuvent tenir à des altérations du système vasculaire ou des voies urinaires.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 5 Février 1898.

MM. Bourges et Méry communiquent leurs recherches sur le séro-diagnostic de la morve. Le sérum de

cobaye infecté produit l'agglutination par petits amas, mais difficilement; le sérum de cobaye sain ne la provoque pas du tout. Le sérum de cheval morveux la produit d'une façon très nette, même à de grandes dilutions. — M. H. Vaguez expose une méthode de mesure de la résistance des globules rouges; il se sert d'une série de solutions titrées de chlorure de sodium et observe la solution qui dissout complètement un échantillon de sang. En comptant les globules dans les solutions comprises entre celle où le sang se détruit et celle où il reste intact, on obtient une courbe de l'hématolyse. — M. Delestre a pratiqué l'accouchement chez une femme enceinte de sept mois et atteinte de pneumonie double à pneumocoques de Talamon-Fraenckel. L'enfant mourut au bout de trois jours d'une méningite à pneumocoques analogues à ceux de la mère. — M. C. Phisalix a constaté que la cholestérine végétale extraite de la carotte constitue un vaccin contre les venins au même degré que la cholestérine biliaire; la thyrosine, extraite du dahlia, jouit de propriétés analogues.

Séance du 12 Février 1898.

MM. L. Lapique et Auché ont injecté du sang artériel dans le système circulatoire d'un chien et ont constaté une augmentation de pigment due aux hématies détruites. L'accumulation de pigment se fait surtout dans la rate, puis dans le foie; elle se produit dans les espaces du tissu conjonctif. — M. Weinberg a observé le sérum sanguin dans plusieurs cas de pustule maligne; il avait l'aspect lactescent et restait un bon milieu de culture pour la bactérie charbonneuse. — M. G. Weiss présente un myovgraphe isométrique. — M. Thomas a étudié les dégénérescences ascendantes après section du nerf labyrinthique.

Séance du 19 Février 1898.

M. Paul Carnot a étudié la pathogénie des pancréatites hémorragiques; il les a reproduites sous l'influence de causes diverses: mécaniques, toxiques, diastoliques, infectieuses, etc. Il pense que la pancréatite hémorragique est surtout une lésion d'autodigestion; les causes provocatrices ne font qu'affaiblir les défenses de la glande contre sa propre sécrétion. — MM. Desgrez et Charrin ont recherché l'origine du mucus qui se trouve dans les cultures visqueuses et filantes de certains bacilles; il semble que ce soit un produit de la cellule microbienne, lequel possède une assez forte toxicité. — M. H. Roger a constaté que le grand épiploon joue un rôle protecteur vis-à-vis des microbes et des toxines, car les cobayes auxquels on l'a enlevé présentent une moins grande résistance que des témoins au staphylocoque doré. — MM. F. Bezançon et V. Griffon ont étudié la vitalité du pneumocoque dans le sérum de lapin; elle dépend de deux facteurs: la virulence du pneumocoque ensemencé et l'âge de l'animal fournissant le sérum. — M. Dejerine signale le fait d'une hémiparésie squelettique chez une hémiplégiée. — MM. Cunéo et Veau ont étudié le mode de développement des aponeuroses périspinales; elles dérivent du péritoine périspinal primitif. — MM. Pillet et Boulart décrivent l'estomac d'un singe, le *Semnopithecus*; il présente des poches comme l'estomac des Ruminants. — M. Zacharjades envoie une note sur le développement du tissu conjonctif.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Janvier 1897.

M. H. Becquerel résume les travaux de la Société et les communications présentées pendant l'année écoulée et cède la présidence à M. René Benoit, directeur du Bureau International des Poids et Mesures. — M. L. Cailletet rend compte de ses recherches sur la haute atmosphère. Il rappelle que, dès 1892, M. Hermite a fait connaître les résultats des expériences qu'il avait faites avec des ballons-sondes, qui s'élevaient, en n'emportant que

des appareils enregistreurs, à une hauteur que des aéronautes ne pourraient atteindre. Gay-Lussac avait déjà constaté, en 1806, les troubles que subit l'organisme humain sous la faible pression qui règne à 7.000 mètres; la catastrophe du *Zénith* a détourné les aéronautes des tentatives qui pourraient avoir pour but de dépasser 8.000 mètres. La hauteur atteinte par les ballons-sondes a été calculée au moyen de la formule de Laplace, appliquée aux indications du baromètre enregistreur. Pour vérifier la formule, M. Cailletet photographie le sol au-dessous du ballon de deux minutes en deux minutes, dans un appareil dont l'axe optique est vertical. Sur la pellicule qui se déroule on fixe en même temps l'image d'un baromètre, placé à la partie supérieure. Les épreuves obtenues ont les dimensions 13×18 ; en les comparant à la carte de l'état-major il est facile, connaissant la distance focale de l'objectif (211 mm.), de déterminer la hauteur du ballon. L'appareil, construit par M. Gaumont, a été essayé récemment; il avait été attaché à un ballon de 1.700 mètres cubes, offert par M. Balaschoff, qui s'est élevé, emportant MM. Hermite et Besançon, le 21 octobre 1897, de l'usine de la Villette à midi 40, et a atterri à 4 h. 20 dans le département de la Mayenne. Vingt-six épreuves ont été prises; M. Cailletet projette l'une d'elles, obtenue au-dessus de Nogent-le-Roi, sur l'Eure, et la compare avec la carte. Le ballon emportait en même temps deux actinomètres Violle. M. Cailletet compte se servir dans de prochaines ascensions d'un baromètre permettant de mesurer toutes les pressions, jusqu'au vide; l'aiguille pourra faire deux tours de cadran, ce qui donnera 800 divisions pour une atmosphère. La formule de Laplace pourra être soumise à des vérifications très étendues. — M. A. Leduc s'est proposé de déterminer la composition de l'air à diverses altitudes; une seule prise a pu être faite en ballon, par M. Renard, le 1^{er} septembre 1894, à 4.650 mètres d'altitude. La proportion d'oxygène trouvée est de 0,232; aux environs de Paris, à la même époque, on trouvait des nombres variant entre 0,2318 et 0,2323 (à 0,0001 près). Dans d'autres conditions très variées au point de vue de la situation géographique (frontière belge, Nîmes, Alger), de la saison ou de l'altitude (Dent de Crolles, dans les Alpes, 2.060 mètres, avec vent descendant ou descendant), on trouve des nombres très nettement variables (entre les extrêmes 0,2324 et 0,2305). La constance de la composition de l'air est donc loin d'être absolue. M. Leduc pense que le désaccord entre les densités qu'il a données pour les principaux gaz et les nombres de Lord Rayleigh est dû à une différence de composition entre l'air de Paris et celui de Londres qui serait moins riche en oxygène (0,231 au lieu de 0,232). Les densités rapportées à l'oxygène sont rigoureusement les mêmes d'après les deux expérimentateurs. A une question de M. H. Pellat, M. Leduc répond que l'air des bois, dans le voisinage du sol, est moins riche en oxygène que celui de Paris et que, même vers la cime des arbres, par un très beau temps, avec une brise à peine sensible, la proportion de l'oxygène ne dépasse pas 0,2325, dans l'après-midi. — M. P. Villard indique un phénomène observé dans les tubes fous. Au-dessus du plan de l'anticathode, il se produit, dans ces tubes, une illumination hémisphérique, due à des rayons qui sont, comme l'a montré M. Silvanus-P. Thompson, sensibles à un champ électrique ou magnétique. M. Villard considère ces rayons comme de véritables rayons cathodiques, assimilables à des charges négatives en mouvement. A l'exception du voisinage immédiat de la cathode, le champ est sensiblement nul dans un tube de Crookes; les particules qui ont rencontré l'anode se dissémineraient donc, sous l'influence de leurs répulsions réciproques, et leur trajectoire sera rectiligne. Il n'y aura exception que pour les particules qui ont pénétré l'obstacle qu'elles rencontraient. Un cylindre de Faraday, un corps isolant ou une lame métallique isolée ne changent rien quand on les substitue à l'anode. Ces nouveaux rayons cathodiques, si on laisse tomber un

faisceau sur une platine, donnent des rayons X distincts des rayons secondaires de M. Sagnac, en même temps que l'éparpillement des rayons non arrêtés se reproduit. M. A. Broca rappelle que l'anticathode est forcément le siège d'ondulations électriques, amenées directement ou indirectes, suivant qu'elle est isolée ou non, quand la décharge est oscillatoire. Les oscillations qui se produisent quand les pôles de la bobine sont isolés prennent également naissance quand l'induit est fermé sur un tube de grande résistance. Avec certaines formes de tubes l'inversion des pôles devient très évidente; elle a pu jouer un rôle dans les effets observés par M. Villard. M. Villard répond que l'existence de ces oscillations se traduit par des apparences très faciles à observer; l'émission des rayons cathodiques directs se fait normalement aux deux faces de la lame au lieu de se produire dans un hémisphère; on est averti que les conditions sont plus compliquées et on fait cesser les oscillations pour observer des phénomènes plus simples.

Séance du 4 Février 1898.

M. A. Leduc discute la loi du mélange des gaz. Pour des gaz parfaits, il est indifférent d'énoncer la loi en disant que la pression totale est la somme des pressions partielles qu'exerceraient séparément les gaz dans le même volume ou que le volume est la somme de ceux que prendraient les gaz sous la pression totale. La première formule est donnée plus généralement;

pendant la seconde paraît plus approchée de la vérité. 1° Pour l'azote et l'oxygène, la loi de l'addition des volumes donne la densité observée de l'air, en attribuant aux deux composants leurs densités normales 1,1032 et 0,9720. La loi de l'addition des pressions, qui nécessiterait l'emploi des densités 1,1045 et 0,9719 conduirait à la proportion d'oxygène inadmissible 0,2333; 2° En répétant l'expérience de Berthollet sur Az^2O et CO^2 , qui ont de très grandes ressemblances au point de vue physique, on ne doit observer aucune variation de pression. C'est ce que M. P. Sacerdote a constaté avec des soins particuliers. La loi de l'addition des pressions ferait prévoir un accroissement de $2^{m=3}$ environ;

3° Si l'on prend deux gaz qui, dans les conditions normales, sont à des états différents d'états correspondants, tels que CO^2 et SO^2 , on trouve que, sous la pression de 68 centimètres, il y a, du fait du mélange, un accroissement de 1,25 millimètres. On aurait une élévation quatre fois plus grande, si la loi de l'addition des pressions s'appliquait; 4° Enfin, si l'on calcule la densité de l'argon d'après celles de l'oxygène et de l'azote chimique et la proportion de l'argon dans l'azote atmosphérique, on trouve la densité 19,80 par rapport à l'hydrogène, au lieu de 19,94 donnée par lord Rayleigh et M. Ramsay. Le mélange de 119 volumes d'argon avec 9880 d'azote serait accompagné d'une élévation de pression d'un dix-millième. — M. Crémieu a cherché à vérifier l'existence de vibrations elliptiques dans les fluides. Deux tuyaux sonores rectangulaires se coupent à angle droit; les vibrations sont entretenues par deux diapasons; dans la partie commune, fermée par des parois de verre, on suspend un fil de quartz de très-petit diamètre qui suit les vibrations de l'air. La différence de phase des deux diapasons n'étant pas rigoureusement constante, la vibration résultante passe successivement par toutes les formes intermédiaires entre la droite et le cercle. La méthode est assez sensible pour permettre d'étudier la réflexion et la diffraction du son. — M. Crémieu présente un interrupteur de bobines d'induction. Entre les deux pôles d'un électro-aimant à courants alternatifs oscille l'extrémité d'une baguette de fer aimantée par un courant continu; cette baguette porte, sur une bague d'ébonite, deux contacts qui ferment le courant primaire, alternativement dans un sens et dans l'autre. Les effets obtenus aux deux pôles sont ainsi rendus symétriques. Inversement, cet appareil peut servir à redresser un courant alternatif; au moyen de ressorts on limite, à un temps très court, au voisinage de l'inversion, la durée des interruptions. — C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES

W.-G. Rhodes : Contribution à la théorie des courants alternatifs. — Dans la première partie du mémoire, l'auteur indique une méthode permettant de trouver les valeurs régulières des courants alternatifs dans tout circuit ou système de circuit sans avoir à intégrer des équations différentielles compliquées. On suppose d'abord que les forces électromotrices et les courants électriques peuvent être représentés par des fonctions simples (sinus ou cosinus) du temps. On applique ensuite cette propriété que, si une fonction harmonique simple est différenciée deux fois successivement, le résultat est proportionnel à la fonction originelle. La détermination des valeurs régulières des courants est ainsi ramenée à la résolution d'une suite d'équations simples simultanées. L'auteur applique sa méthode à quelques problèmes :

1° Déterminer la résistance équivalente R, la réactance et l'impédance I d'un circuit parallèle à n branches, en faisant intervenir l'induction mutuelle, chaque branche contenant une résistance, une capacité et une self-induction. La solution est :

$$R = \frac{A.B}{C^2 + P^2B^2}, \quad L = \frac{A.B}{C^2 + P^2B^2}, \quad I = \frac{A_0}{\sqrt{C^2 + P^2B^2}},$$

L étant la self-induction équivalente, et A, C, B, des fonctions des résistances, des self-inductions, des capacités et des inductions mutuelles des divers circuits.

2° Déterminer les courants des n circuits d'un transformateur à noyau d'air ayant un enroulement primaire et n — 1 enroulements secondaires. Outre la solution du problème, l'auteur obtient les conditions de résonance du circuit primaire.

Dans la deuxième partie du mémoire, l'auteur étudie les effets des harmoniques supérieures dans les forces électro-motrices et dans les courants sur l'impédance et la réactance des courants. Il recommence la discussion des problèmes précédents en supposant que la différence de potentiel est de la forme :

$$E = E_1 \sin (pt - \theta_1) + E_2 \sin 2pt - \theta_2 + \dots + E_m \sin (mpt - \theta_m).$$

Il arrive à la conclusion que les forces électro-motrices périodiques et les courants correspondants peuvent être représentés dans tous les cas par des courbes sinusoïdales simples, les positions de la phase dépendant du temps et des périodicités des harmoniques.

Ludwig Mond, F. R. S., W. Ramsay, F. R. S., et Shields : L'occlusion de l'oxygène et de l'hydrogène par le palladium. — Le palladium a été employé à trois états différents : sous forme : 1° de noir; 2° d'éponge; 3° de feuille. Le noir de palladium, préparé comme le noir de platine, contient 1,65 % d'oxygène ou 138 volumes. L'oxygène ne se dégage pas lorsqu'on chauffe au rouge dans le vide, comme cela a lieu pour le noir de platine; on doit donc le déterminer en faisant passer un courant d'hydrogène et en pesant l'eau formée. Le noir de palladium, desséché à 100° contient 0,72 % d'eau; sa composition peut donc être résumée comme suit, en supposant que l'oxygène se trouve à l'état de PdO :

$$\text{Pd} = 86,59 \%, \quad \text{PdO} = 12,69 \%, \quad \text{H}^2\text{O} = 0,72 \%$$

En chauffant le noir de palladium dans une atmosphère d'oxygène, il absorbe environ 10,00 volumes de ce gaz, en se transformant en une substance bruneâtre qui ne perd pas son oxygène dans le vide. La quantité de gaz absorbé est environ une fois et demi celle qui correspondrait à la formule Pd^2O ; il est probable qu'en continuant à chauffer, tout le palladium se transformerait en oxyde PdO.

Le noir de palladium, placé dans l'hydrogène, en absorbe plus de 1.100 volumes; en réalité, il n'y a que 873 volumes réellement occlus, le reste de l'hydrogène ayant formé de l'eau avec les 139 volumes d'oxygène existant primitivement dans le noir. Environ 92 % de l'hydrogène se dégagent dans le vide à la température ordinaire; le reste part à 444°. L'éponge pure de palladium absorbe 852 volumes d'hydrogène, dont 98 % s'échappent dans le vide à la température ordinaire.

Le palladium en feuille mince se comporte d'une façon particulière. Lorsqu'on le chauffe dans l'hydrogène, il absorbe peu de gaz. Si on le charge et le décharge alternativement d'hydrogène par électrolyse, il continue à n'absorber qu'une faible quantité de gaz lorsqu'on le place ensuite dans une atmosphère d'hydrogène. Mais si on le chauffe fortement au chalumeau, où il est d'abord oxydé puis réduit, il absorbe ensuite à froid une grande quantité d'hydrogène; cette quantité augmente lorsqu'on le chauffe vers 100-130° et qu'on le refroidit ensuite. L'absorption finale est de 846 volumes. L'hydrogène absorbé se dégage en partie dans le vide à la température ordinaire et complètement à 100°.

Les auteurs ont mesuré la chaleur dégagée par l'occlusion de l'hydrogène par le palladium au moyen d'un calorimètre à glace. Cette chaleur est constante pour les fractions successives d'hydrogène absorbées; elle est de 4.640 gr. cal. par gramme d'hydrogène absorbé. Pour l'oxygène elle est de 1.120 gr. cal. Ce dernier nombre, intermédiaire entre les valeurs données par Thomsen pour la formation des oxydes palladeux et palladiques, montre qu'il se forme un de ces oxydes ou un mélange des deux; l'absorption de l'oxygène est donc un phénomène d'oxydation.

Les auteurs ont également calculé le rapport atomique entre le palladium et l'hydrogène; il est à peu près le même dans tous les cas et varie entre 1,37 et 1,47. Il tend donc à se former un composé PdH_2 , pour lequel le rapport atomique serait 1,5. Les auteurs cherchent à prouver l'existence de ce composé par d'autres moyens. Le composé PdH , supposé par Troost et Lautefeuille, n'existe probablement pas, comme Hoitsemma l'avait d'ailleurs déjà démontré.

Les auteurs terminent en montrant que la chaleur d'occlusion d'un gaz ne représente pas, comme on l'avait cru, la chaleur de condensation ou de liquéfaction de ce gaz dans les pores capillaires de la substance absorbante, ni sa chaleur de solidification ou de fusion.

2° SCIENCES NATURELLES

Charles E. Tomes, F. R. S. : Structure et développement de l'émail des Poissons élasmobranchés.

— La nature de la couche extérieure, dure et polie, des dents des Elasmobranches a fait l'objet de nombreuses controverses; quelques auteurs la considèrent comme de l'émail, d'autres lui refusent cette qualification. Les premiers énumèrent ses propriétés chimiques, physiques et histologiques et appellent l'attention sur sa dureté, ses propriétés optiques, sa solubilité complète dans les acides faibles, sa tubularité, qualités éminemment caractéristiques de l'émail. Les autres font ressortir ses espaces lacunaires, sa division en lamelles parallèles à la surface, caractères qui ne s'accordent pas avec ceux de l'émail. Toutefois on peut affirmer que cette couche se rapproche plus de l'émail que de la dentine, dont elle diffère surtout par l'absence complète d'une base collagène.

L'auteur montre d'abord que la structure tubulaire, qui peut être regardée comme typique chez les Elasmobranches, passe, par gradations insensibles, à un tissu ne différant plus que très peu de l'émail; c'est spécialement le cas quand le revêtement de la dent est très mince, comme chez la Raie. Voici comment il se développe : chaque papille de dentine forme à sa surface une couche spécialisée, composée de cellules en forme de fuseau, donnant naissance à des prolongements qui courent parallèlement à la surface. Une grande quantité de substance intercellulaire se développe, et arrive

à cacher ultérieurement le processus primitif; on n'aperçoit plus qu'un tissu fibrillaire ou lamellaire. A cet état, il est excessivement résistant à la coloration. La couche formée est alors traversée par le développement des cellules qui se fait perpendiculairement à la surface. Cette couche, qui est le siège de la formation de l'émail, offre donc deux structures : la structure lamellaire, provenant du développement latéral des prolongements des cellules; la structure tubulaire, traversant la première, et provenant du développement perpendiculaire.

Chez tous les Mammifères, qui ne possèdent aucune couche différenciée, la calcification de la dentine commence tout à fait à l'extérieur de la papille. Mais chez les Elasmobranches, la calcification a lieu le long du bord le plus profond de la couche, séparant ce dernier du corps de la pulpe. Le développement de la couche est en rapport avec l'épaisseur de l'émail futur. Ce caractère et les particularités de développement des cellules épithéliales de la couche conduisent l'auteur à supposer que ces cellules fournissent les sels d'alumine nécessaires à la calcification de la couche, mais non à celle de la papille de dentine.

Dans ce cas, la couche d'émail controversée de la dent arrivée à son complet développement ne correspond ni à l'émail, ni à la dentine d'une dent complète de Mammifère, mais c'est un produit combiné de l'organe à émail épithélial et de la papille de dentine mésoblastique. Les dents des Elasmobranches représentent donc la forme connue la plus simple du développement d'une dent, celle où l'émail se montre pour la première fois comme un tissu séparé.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 11 Février 1898.

Séance générale annuelle. M. Shelford Bidwell est élu président pour 1898. MM. R. Felici et E. Villari sont élus membres honoraires.

M. G.-H. Bryan : L'induction électro-magnétique dans des feuillets de courant plans, cylindriques ou sphériques et sa représentation par les traces d'images. Le phénomène de l'induction pour un feuillet conducteur cylindrique placé dans un champ à deux dimensions, ou celui de l'induction pour un feuillet sphérique situé dans un champ créé par le mouvement de pôles, d'aimants ou de courants, peut être représenté par les traces mobiles d'images. Ces images représentant les potentiels des courants induits des deux côtés du feuillet, partent de la source de la perturbation et de son point inverse, et s'éloignent normalement de la surface de la sphère ou du cylindre avec des vitesses proportionnelles à la perturbation. A la surface du feuillet, la vitesse est égale à celle qui correspondrait à une surface plane. Ces images sont généralement semblables à celle de la source de perturbation et les intensités varient suivant une puissance de la distance au centre.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 20 Janvier 1898 (suite).

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. Burgerstein : Contribution à l'étude de la structure du bois secondaire des Pomacées. — **M. G. Tschermak** communique les travaux exécutés en 1897, de la Commission pour l'étude pétrographique de la chaîne centrale des Alpes Orientales. **M. Berwerth** a exploré le recouvrement schisteux qui se trouve au sud et à l'est du massif gneissique de Hochalm. M. Becke a d'abord reconnu la zone calcaire qui coupe le Zillerthal près de Mayrhothen, puis il a étudié les massifs schisteux qui se trouvent entre les vallées de la Duxer et de l'Inn. **M. U. Grubenmann** a exploré la partie septentrionale de l'Otztal.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHIEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

La chaleur spécifique de l'eau et la cause de son anomalie. — La grande difficulté que présente la mesure de la chaleur spécifique de l'eau à diverses températures explique seule que l'on se soit contenté, jusqu'à ces derniers temps, de résultats peu

concordants concernant la base même de toute la calorimétrie et des innombrables mesures qui en dérivent. Même en rejetant délibérément des résultats manifestement erronés, il reste des divergences inadmissibles dans des déterminations auxquelles il est difficile d'opposer une évidence critique.

Dans ses célèbres recherches, Regnault s'était occupé incidemment de la question, et son travail avait, le premier, servi de base au calcul des chaleurs spécifiques de l'eau. Mais les mesures du grand métrologiste, ayant eu pour but premier de déterminer les constantes relatives aux machines à feu, sont surtout abondantes aux températures élevées, de telle sorte que, pour les températures ordinaires, particulièrement importantes en calorimétrie, on en avait été

réduit à une extrapolation, admettant, comme une chose presque évidente, une augmentation de la chaleur spécifique de l'eau à mesure de l'ascension de la température.

Le premier, M. Rowland trouva une diminution à partir de 0° avec minimum non loin de 30°; cependant, malgré la grande réputation du physicien de Baltimore, ses conclusions ne furent généralement admises que

lorsque M. Griffiths, à Cambridge, et MM. Bartoli et Stracciati, à Catane, eurent confirmé le sens de la variation, bien qu'avec des divergences importantes dans sa grandeur.

L'accord commençait à se faire, mais il était insuffisant. Il semblait bien difficile, par exemple, d'expliquer les différences existant entre les mesures de M. Rowland et

celles de M. Griffiths, par des erreurs commises par ces excellents expérimentateurs. La question fut mise à l'ordre du jour des délibérations de l'Association Britannique et M. Griffiths, chargé de présenter le rapport, insista sur la nécessité de s'assurer que les échelles thermométriques, auxquelles on avait rapporté la chaleur spécifique de l'eau, étaient bien les mêmes. Peu de temps après, M. Ames, professeur à Baltimore,

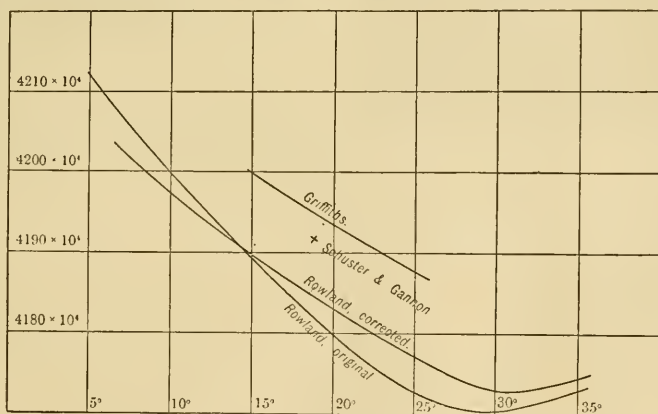


Fig. 1. — Détermination de la chaleur spécifique de l'eau en unités C. G. S.

demanda, au Bureau international des Poids et Mesures, l'étude de trois thermomètres, qu'il compara, avec la collaboration de M. Day, aux instruments dont s'était servi M. Rowland.

Le résultat de ces mesures fut aussi satisfaisant qu'on pouvait l'espérer. Réduites à l'échelle du thermomètre à un dixième, les valeurs de l'équivalent mécanique trouvées par MM. Rowland et Griffiths diffèrent, il est vrai, d'une petite quantité; mais, au moins, les deux courbes qui donnent les diverses valeurs de cette grandeur en fonction de la température de l'eau sont exactement parallèles, comme le montre le diagramme ci-dessus, tiré d'une note de M. Day, parue dans les *Johns Hopkins University Circulars*. Les variations de la chaleur spécifique de l'eau, que l'on déduit de ces mesures, sont identiques dans les limites de température entre lesquelles M. Griffiths a opéré, c'est-à-dire entre 15 et 26°. On pourra donc, désormais, ramener, avec une grande confiance, les déterminations calorimétriques à une commune température, à la condition, bien entendu, qu'elles aient été exprimées dès l'abord en fonction d'une échelle thermométrique déterminée.

Il resterait maintenant à expliquer la divergence des valeurs absolues de l'équivalent trouvées par M. Rowland et M. Griffiths, ainsi que par MM. Schuster et Gannon, représentées par un point du diagramme; mais cette discussion nous entraînerait trop loin; nous nous bornerons à faire observer que les deux dernières mesures ont été faites par des procédés électriques, et dépendent de toutes les mesures préliminaires relatives à la valeur absolue de l'ohm, de l'ampère et du volt.

C'est sur une autre question que nous désirons attirer l'attention.

Cette diminution de la chaleur spécifique avec l'élévation de la température est une exception qui semble faire partie des nombreuses anomalies que présente l'eau à une faible distance de sa congélation.

Il y a quelques années, M. Röntgen pensa pouvoir expliquer ces anomalies en admettant que l'eau est, jusqu'à une certaine température, constituée par une solution de glace. S'il en était ainsi, on devrait s'attendre, comme il l'a indiqué, à trouver dans l'eau une diminution de la compressibilité à température ascendante, ou, ce qui revient au même, une dilatation thermique croissant avec la pression. C'est, en effet, ce qu'ont montré plusieurs séries de mesure pour le premier de ces phénomènes, et ce que les admirables recherches de M. Amagat ont rendu évident pour le second. L'existence du maximum de densité est une conséquence évidente de la même idée, ainsi que la diminution de la viscosité accompagnant une augmentation de la pression. Tels sont les phénomènes sur lesquels M. Röntgen pense pouvoir fonder sa théorie.

La diminution de la chaleur spécifique, dont il ne parle pas, semble apporter à son idée une confirmation de plus. Mais, en y regardant de près, on est surpris de voir une diminution aussi faible aux températures peu élevées, la variation totale allant de 0° et le minimum dépassant peu 1 %.

En admettant que, normalement, la chaleur spécifique doit augmenter d'autant, ce qui est beaucoup, on sera conduit à attribuer à la cause de l'anomalie une diminution de 2 % environ. Or, étant donné l'énorme chaleur de fusion de la glace, on devrait s'attendre à une variation beaucoup plus grande de la chaleur spécifique.

Mais on peut conserver le fond de l'idée de M. Röntgen, tout en la modifiant de manière à la faire mieux cadrer avec les faits. Si l'on se rappelle que M. Ramsay a été conduit, par l'étude des tensions capillaires, à l'hypothèse que les molécules d'eau sont groupées en complexes plus ou moins étendus, et que les liens sont l'autant plus abondants que la température est plus basse, on admettra sans peine que la rupture de ces liens et la libération des molécules pourra permettre de rendre compte de tous les mêmes phénomènes. Le

groupement à l'état liquide pré luderait en quelque sorte à la formation de la glace, et produirait des variations de toutes les propriétés de même sens que celles auxquelles donneraient lieu les molécules de glace disséminées dans le liquide; plusieurs de ces variations, toutes peut-être, doivent être plus faibles que s'il s'agissait de molécules de glace.

Si l'on s'en tient à cette dernière idée, on trouvera un commencement d'explication de l'anomalie électrique que l'on rencontre dans l'eau et dans quelques liquides contenant le groupe OH, précisément ceux pour lesquels M. Ramsay a prouvé le groupement. Les liquides en question absorbent la radiation électrique entre certaines limites de la période, en même temps qu'ils donnent une valeur du pouvoir inducteur spécifique bien supérieure à celle que l'on déduirait de l'indice optique ou de l'indice électrique relatif à des ondes courtes.

Supposons qu'il existe, au sein du liquide, des groupes de molécules rassemblées par des forces de peu d'intensité, mais qui, cependant, exigent pour leur rupture une certaine quantité d'énergie. La chaleur correspondante pourra majorer d'une quantité mesurable celle qui est nécessaire pour produire le travail interne de la molécule, mais devra rester faible comparativement à cette dernière; elle pourrait très bien par exemple, être de l'ordre de grandeur trouvé pour l'anomalie de la chaleur spécifique de l'eau.

D'un autre côté, les groupes de molécules soudées entre elles par des forces de peu d'intensité devront posséder une période vibratoire relativement longue et mal définie, puisque les groupements sont multiples.

Le liquide devra donc être absorbant pour une certaine bande d'oscillations lentes, probablement très large et à bords estompés.

C'est ainsi que l'idée très pittoresque de M. Röntgen, rajournée par les travaux de M. Ramsay, semble susceptible de donner l'explication d'au moins deux phénomènes en vue desquels elle n'avait pas été créée. Vraie ou fautive, elle mérite au moins d'être mise à l'épreuve par un essai de théorie de l'ensemble des propriétés des liquides pour lesquels le groupement est probable.

Ch.-Ed. Guillaume,

Physicien
au Bureau International des Poids et Mesures.

§ 2. — Électricité industrielle

Nouveau procédé pour couper les circuits électriques. — A la dernière séance de la Société internationale des Electriciens, M. P. Janet a fait, au nom de Bouchet, une communication sur un nouveau mode de rupture du courant et sur les applications de ce principe à la construction d'interrupteurs et de coupe-circuits.

Une petite cuve en matière isolante est séparée en deux cavités par une cloison isolante dont l'extrémité s'élève en pointe. Dans chaque cavité plonge une tige qui fait déplacer le mercure et s'élève jusqu'à ce qu'il passe sur la cloison; à ce moment, il y a une communication métallique entre les deux cavités. Si l'on retire les tiges, le mercure redescend à sa position primitive, et la communication est rompue. Pour former un interrupteur, il suffit de mettre les deux cavités de mercure en communication avec les extrémités du circuit extérieur; il faut aussi disposer un levier qui permette d'abaisser ou d'élever dans le mercure les plongeurs dont nous avons parlé; à cet effet, sur le couvercle de la boîte isolante sont placées aux deux extrémités deux tiges métalliques avec des bornes extérieures pour fixer les câbles.

Le mercure, en montant, établit une communication métallique entre ces tiges, et l'on a ainsi une rupture en trois points.

L'inventeur a fait une série d'expériences sur des interrupteurs de diverses intensités et a obtenu de bons résultats. Il a disposé un interrupteur à deux cloisons

isolantes et à trois plongeurs pour hautes tensions de 3 000 volts sur courants alternatifs. Dans les coupes recuits, à la place du levier, on met un électro-aimant, à l'intérieur duquel se déplace une tige de fer qui supporte les plongeurs. L'intensité du courant, lorsqu'elle atteint une certaine limite supérieure, soulève légèrement la tige de fer. Le mouvement, à peine commencé, est aussitôt continué par deux ressorts latéraux qui sont libérés et qui soulèvent la tige en provoquant la rupture du circuit dans le mercure.

L'inventeur a construit également sur le même principe un interrupteur coupe-circuit automatique. Ces appareils peuvent, à l'aide de deux électro-aimants, l'un commandant la rupture et l'autre la fermeture, être manœuvrés à distance.

§ 3. — Métallurgie

Transformations dans la métallurgie du cuivre : Le Sélecteur. — La révolution que le procédé Bessemer amena dans la sidérurgie devait se faire sentir dans la métallurgie du cuivre.

Dès 1867, des ingénieurs russes et anglais cherchèrent à appliquer la cornue Bessemer au traitement des mattes cuivreuses. Mais celles-ci, par leur nature même, sont beaucoup plus difficiles à traiter que la fonte de fer; dans la fonte, en effet, les éléments à éliminer par oxydation ne dépassent pas 10 %, tandis que les sulfures de cuivre et de fer qui constituent la matte peuvent en contenir que 20 à 25 % de cuivre et doivent, par suite, être débarrassés de plus de 75 % de matières étrangères. En outre, ces matières étrangères, soufre et fer, dégagent, en s'oxydant, des quantités de chaleur beaucoup plus faibles que le carbone et le silicium de la fonte. Enfin, il y a entre la matte et le cuivre une différence de densité considérable, par suite de laquelle dans une cornue Bessemer

ordinaire le cuivre se réunit de suite au fond de la cornue où l'air qui sort des tuyères le traverse, le refroidit et le solidifie; ce qui, on le comprend, rend le procédé impraticable.

Convertisseur à tuyères horizontales. — Ces difficultés expliquent les insuccès des premières tentatives que nous avons rappelées plus haut.

Mais, en 1880, M. Pierre Mauhès reprit la question dans son usine de Vedènes Vaucluse, alors dirigée par M. Paul David qui conduisit tous les essais.

Aux tuyères verticales de la cornue Bessemer furent substituées des tuyères horizontales, de telle sorte que le cuivre fondu, réuni au-dessous du plan où arrive le vent, ne se tige plus et que la matte puisse, jusqu'à ce qu'elle ait abandonné tout son fer et son soufre, être traversée par le courant oxydant.

Cette heureuse modification de l'appareil Bessemer permit de monter, à la fin de 1881, dans l'ancienne fonderie royale d'Eguilles, voisine de Vedènes, une usine pour le traitement des mattes au convertisseur.

Le traitement est, en somme, celui de la méthode anglaise; mais il se fait dans un seul appareil, au lieu d'exiger une série de fours à réverbère.

Voici le résumé de ce traitement. L'air, soufflé par les tuyères, oxyde le fer et une partie du soufre de la matte. L'oxyde de fer est, au moyen

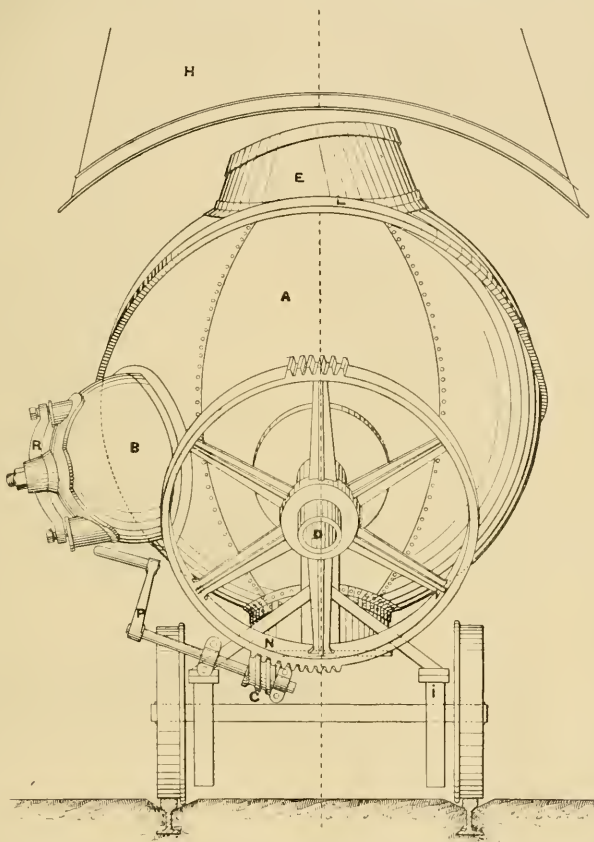


Fig. 1. — Vue de face du sélecteur. — L'appareil mobile autour du tourillon D est ici dans sa position de soufflage. A, capacité principale; B, poche latérale, caractéristique du sélecteur; E, ouverture pour le chargement, la coulée, le départ des gaz; H, hotte recevant les gaz; I, bâti porté sur roues, de façon à rendre l'appareil mobile; P, manivelle manœuvrant la vis C; N, roue engrenant avec la vis C et donnant le mouvement de rotation au tourillon D, à l'intérieur duquel arrive le vent sous pression; un tuyau amène celui-ci dans la boîte à vent (fig. 2).

d'éléments siliceux ajoutés dans l'appareil ou empruntés à son garnissage intérieur, transformé en silicate de fer ou scorie, qu'on fait, pendant l'opération même, couler du convertisseur en basculant celui-ci.

Il reste à ce moment dans l'appareil du sulfure de cuivre, que l'air soufflé transforme à son tour en gaz sulfureux, qui s'échappe, et en cuivre métallique, qu'il ne reste plus qu'à couler.

Convertisseur cylindrique. — Le convertisseur à tuyères

horizontales a un inconvénient : il ne permet pas de traiter des mattes de teneurs variables; il faut que le cuivre se forme toujours en quantité suffisante pour que la matte qui le surnage soit au-dessus des tuyères. Aussi devait-on faire deux opérations : l'une pour transformer la matte bronze, de teneur variable, en matte blanche, ayant toujours sensiblement la même composition; l'autre, pour faire passer la matte blanche à l'état de cuivre. C'est pourquoi le convertisseur Manhès fut remplacé par le convertisseur David-Manhès. Cet appareil est cylindrique et mobile autour de son axe; les tuyères sont placées suivant une génératrice, de telle sorte qu'on peut, en tournant le cylindre, faire varier leur situation par rapport au plan de séparation du cuivre et de la matte, et, par suite, traiter des mattes quelconques. C'est une des belles opérations industrielles par sa simplicité et sa rapidité que celle qui se pratique dans cet appareil. La matte cuivreuse est déchargée non seulement du soufre et du fer, mais d'une partie des autres corps, ceux, tels que l'arsenic et l'antimoine, que peut volatiliser la grande quantité de chaleur produite dans l'appareil même par les réactions qui s'y effectuent.

Cependant l'arsenic et l'antimoine ne disparaissent pas

totallement; de plus, il est des métaux : or, argent, étain, nickel, que les minerais de cuivre contiennent souvent et qui ne s'éliminent pas par volatilisation. Dans l'ancienne méthode galloise déjà, on savait se débarrasser de ces métaux en produisant une oxydation incomplète et donnant un peu de cuivre seulement; ce cuivre réagit sur les sulfures des autres métaux auxquels il enlève leur soufre; ces métaux se réunissent dans le cuivre fondu qui reste encore, formant ainsi un cuivre impur ou *fond cuivreux* ou *bottom*. Ce procédé est excellent, et cela à deux points de vue. En effet, il permet d'obtenir : 1° une matte de cuivre sans matières étrangères, qui donnera donc du cuivre pur; 2° un alliage de cuivre et de métaux étrangers, d'où il sera facile de retirer ceux-ci, ce qui sera particulièrement important s'il s'agit d'or ou d'argent et rendra très économique le traitement électrolytique.

Le Sélecteur. — Comment réaliser ce procédé dans le convertisseur? Comment produire cette sélection des métaux? C'est le problème que M. David s'est posé et qu'il a su réaliser avec autant de succès que les précédents au moyen d'un nouvel appareil : le *Sélecteur*.

Le sélecteur a une forme sphérique (fig. 1), ce qui lui fait la différence des autres convertisseurs et a pour but : 1° de répartir régulièrement l'action du vent et, par suite, d'éviter les projections de matte; 2° de produire une usure plus régulière du garnissage; car c'est à lui qu'est empruntée la silice nécessaire pour scorifier le fer.

Les tuyères sont placées au fond de l'appareil, sui-

vant les génératrices d'un hyperboloïde, de sorte que l'air traverse tout le bain et que, par suite, l'oxydation est plus rapide que dans les convertisseurs à tuyères horizontales.

L'appareil est mobile autour du tourillon D (fig. 1); ce tourillon est creux et sert à amener l'air sous pression dans la boîte à vent (fig. 2), d'où il se répartit dans les tuyères C. Le mouvement de rotation est donné au moyen de la manivelle P, de la vis O et de l'engrenage N.

Ce qui caractérise surtout le sélecteur est la poche B, qui sert à recueillir le fond cuivreux produit pour le séparer de la matte et le couler. Cette poche peut être disposée de différentes façons : soit comme dans la figure 2, où elle permet d'isoler complètement un volume déterminé de cuivre impur; soit comme dans la figure 3 (voir phase 5), où il se produit simplement une décantation.

Cette disposition est celle adoptée aux usines d'Éguilles, qui appartiennent actuellement à la Société des Cuivres de France. Elle a l'avantage de permettre de traiter des mattes quelconques sans se préoccuper de la masse de cuivre qu'il faudra produire pour former le *bottom* et entraîner tous les métaux étrangers. Elle a l'inconvénient de demander quelques minutes pour permettre aux métaux de se précipiter et de présenter plus de diffi-

cultés pour boucher le trou de coulée sur lequel agit la pression de la matte. Par conséquent, avec des ouvriers malhabiles, il faudrait employer la première disposition, tandis que la seconde convient avec des ouvriers exercés. C'est ce qui a lieu à Éguilles. Voici comment on y pratique les différentes phases d'une opération (fig. 3).

Chargement (phase 1). — On fait rouler sur rails le sélecteur jusque devant le four où l'on fond les minerais pour produire les mattes, dont la teneur est de 25 à 35 % en cuivre; on incline le sélecteur, on y place un canal en tôle, garnie de terre réfractaire, qui aboutit de l'autre côté au creuset où est rassemblée la matte; on débouche le trou de coulée de ce creuset et on fait écouler la matte en s'arrêtant avant qu'elle ne monte jusqu'aux tuyères du sélecteur. On bouche alors le trou de coulée avec un tampon d'argile, on enlève le canal et on amène l'appareil au-dessous de la hotte où il doit se trouver pour le soufflage. Cette opération prend environ cinq minutes.

Oxydation du fer (phase 2). — On réunit le tourillon creux du sélecteur D (fig. 1) avec le tuyau d'arrivée de

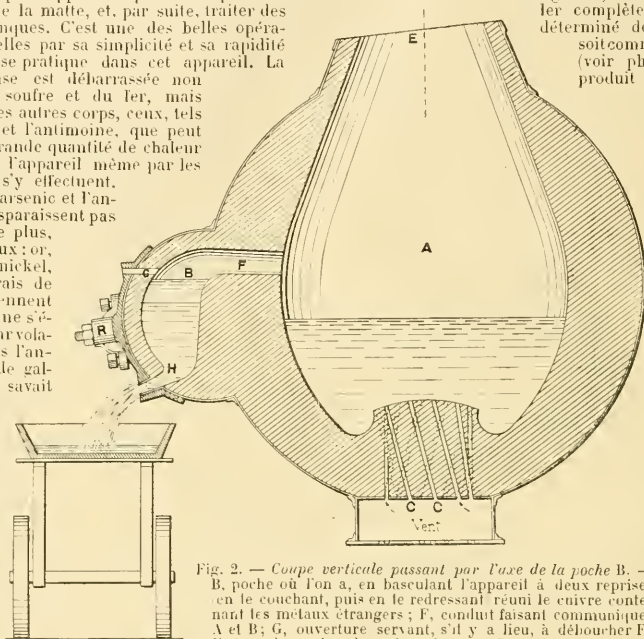


Fig. 2. — Coupe verticale passant par l'axe de la poche B. — B, poche où l'on a, en basculant l'appareil à deux reprises en le couchant, puis en le redressant réuni le cuivre contenant les métaux étrangers; F, conduit faisant communiquer A et B; G, ouverture servant, s'il y a lieu, à déboucher F; H, trou de coulée du cuivre impur; R, levier maintenant les tampons amovibles qui bouchent G et H; V, boîte à vent; C, tuyères.

l'air qui vient du compresseur; on donne le vent, et on redresse l'appareil de façon à ce que les tuyères se trouvent à la partie inférieure et amènent l'air dans la matte.

Le gaz sulfureux se dégage par la hotte; la scorification de silicate de fer reste fondue sur la matte. Les fumées, très épaisses au début, deviennent de plus en plus transparentes, la flamme s'éclaircit et devient bleuâtre; à ce moment, tout le fer est scorifié. Ces réactions exigent quinze à vingt-cinq minutes, suivant la teneur en fer de la matte; on peut donc prendre pour moyenne vingt minutes.

Coulée de la scorie (phase 3). — On incline le sélecteur, on fait couler dans des pots placés au-dessous de l'appareil la scorie qui est très fluide; on enlève la dernière couche, qui est au contact de la matte, avec un râble. Durée: environ cinq minutes.

Réduction des métaux étrangers (phase 4). — Le produit qui reste dans le sélecteur est du sulfure de cuivre contenant les sulfures de quelques autres métaux (or, argent, nickel, étain, arsenic, antimoine). C'est d'eux qu'il s'agit maintenant de se débarrasser. Pour cela, on redresse le sélecteur et on continue l'opération.

Comme on l'a rappelé plus haut, les sulfures étrangers se décomposent; leurs métaux se réunissent au cuivre qui s'est déjà formé. On obtient ainsi, en cinq ou dix minutes, un cuivre impur ou fond cuivreux, ou *bottom* contenant les métaux étrangers.

Coulée du cuivre impur (phase 5). — On fait tourner le sélecteur, de façon qu'il occupe une position inverse de celle qu'il avait au commencement et que sa poche soit à la partie inférieure. Le métal fondu, plus lourd que la matte, vient s'y décanter; on laisse au repos deux à trois minutes, puis on débouche le trou de coulée II (fig. 2), et on fait couler le métal dans des lingotières. La coulée dure cinq minutes; elle se fait lentement de façon qu'on puisse boucher le trou de coulée quand on voit arriver la matte cuivreuse.

Formation du cuivre pur (phase 6). — Pour transformer le sulfure de cuivre pur en métal, on redresse l'appareil; le soufre brûle, une partie du cuivre s'oxyde, l'oxyde formé vient dans la masse, brassée par le vent, au contact du sulfure et il y a réaction mutuelle; finalement, il reste dans l'appareil un métal contenant de 98 à 99,5 % de cuivre. L'opération dure quinze à vingt-cinq minutes; on est prévenu qu'elle est terminée par l'aspect des flammes, qui prennent une couleur rouge sombre et entraînent de petits globules de cuivre.

Coulée du cuivre pur (phase 7). — Dès qu'on a observé les phénomènes précédents, on redresse l'appareil et on coule le cuivre dans des lingotières disposées sur un wagonnet qu'on avance au fur et à mesure que les lin-

gotières se remplissent. Cette coulée demande cinq minutes.

Le sélecteur est alors ramené au four de fusion des mattes pour servir à une nouvelle opération.

Renseignements numériques. — D'après ce qui précède, on voit que la durée moyenne de l'opération est de une heure dix minutes. Ceci correspond au traitement de 1.200 kilos de matte à la teneur de 25 à 35 % en cuivre. A chaque opération le volume intérieur de l'appareil augmente par suite de l'attaque superficielle du garnissage siliceux qui sert à scorifier le fer. Par conséquent, la masse de matte traitée augmente, ainsi que la quantité de cuivre produite; la durée de l'opération est alors un peu plus longue; le rapport entre la quantité de cuivre produite et le temps nécessaire à l'opération reste sensiblement constant, de sorte que la marche des fours de fusion est toujours régulière.

La teneur en cuivre des scories est en moyenne de 3 %.

La pression du vent est de 35 centimètres de mercure.

La force motrice nécessaire au soufflage est de 60 chevaux.

Conclusion. — Le traitement des mattes de cuivre par l'air sous pression a, dès son invention, passé de France à l'étranger, notamment en Amérique et en Russie.

On peut prévoir que son emploi se généralisera, grâce au sélecteur.

P. Jannettaz,
Répétiteur
à l'École Centrale.

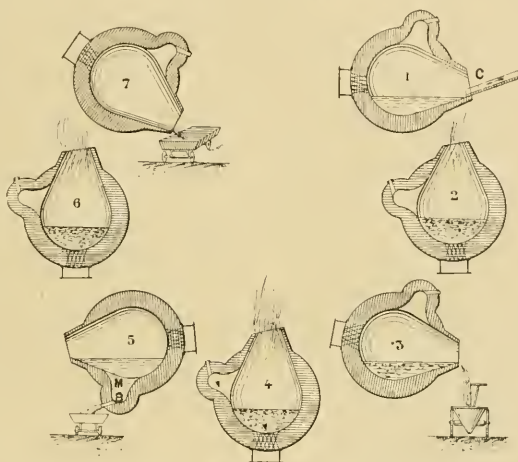


Fig. 3. — Schéma des phases d'une opération au sélecteur. — (On a, dans les dessins, donné à la poche B une disposition un peu différente de celle des dessins précédents). 1. Chargeement de l'appareil. — La matte s'écoule du four où elle a été fondue par un canal C (5 minutes). — 2. Scorification du fer (20 minutes). — 3. Coulée des scories ferrugineuses (15 minutes). — 4. Précipitation des métaux étrangers: le cuivre impur B est surmonté de la matte blanche M (5 à 10 minutes). — 5. Coulée du cuivre contenant les métaux étrangers: le cuivre impur B est surmonté de la matte blanche M (5 à 10 minutes). — 6. Transformation de la matte blanche en cuivre (15 à 25 minutes). — 7. Coulée du cuivre (5 minutes).

4. — Sciences médicales

Sanatoria et navires frigorifiques. — On sait que, la plupart de nos colonies se trouvant comprises entre les tropiques, nos compatriotes qui s'y établissent trouvent, dans la chaleur et l'humidité de ces pays, un obstacle à

leur acclimatement. Quand on a passé trois ans, même deux ans, même un an, en Cochinchine ou au Congo, on en revient avec le *facies colonial*.

D'une façon générale, le climat tropical anémie l'Européen. Très peu de Français peuvent supporter, plus de deux années consécutives, le séjour au Congo, même si le fleuve de ce pays — la bifièvre hématurique — les a épargnés. S'ils persistent à y résider, ils s'exposent, malgré toutes les précautions d'hygiène, à voir leur santé s'altérer gravement et à subir l'assaut des maladies infectieuses. En certaines régions de la Cochinchine où l'on peut se mettre à l'abri des affections malariques, l'influence combinée d'une température et d'un degré hygrométrique élevés se fait sentir d'une façon fâcheuse sur l'organisme: l'Européen y est beaucoup plus vulnérable que dans la Métropole.

Pour parer à cette difficulté du séjour prolongé sous ces climats, une idée s'imposait, qui a dû, depuis longtemps, se présenter à l'esprit des intéressés: c'est de

crier, non seulement pour les malades proprement dits, mais aussi pour les amis, des hôpitaux soustraits à la chaleur excessive et à l'insupportable humidité du littoral et des régions basses. Les sanatoria d'altitude, bien qu'ayant donné de bons résultats, se sont cependant montrés insuffisants. Pour en augmenter les bons effets, un ingénieur français, M. Graffin, a eu l'idée de fonder des hôpitaux *frigorigènes*, dont l'air fit à la fois refroidir de plusieurs degrés et desséché, grâce à une production abondante et continue de glace. M. Graffin est parti tout récemment pour la Cochinchine muni de machines à fabriquer la glace, construites par M. Raoul Pictet, et il va instituer dans notre colonie un sanatorium où ces engins ne cesseront de fonctionner. Il espère arriver à y abaisser de 6 ou 7 degrés la température ambiante. Ce refroidissement, joint à l'assèchement de l'air, permettrait aux amis de se rétablir, et mettrait les malades dans de meilleures conditions de lutte contre les affections qui ruinent leur santé.

Comprenant l'importance d'une telle tentative, la Cochinchine a voulu la rendre possible et durable, en donnant une garantie financière à l'entreprise de M. Graffin : elle a réservé, à cet effet, une somme de 300.000 francs; les intérêts de ce capital pourront être employés annuellement à soutenir le sanatorium.

Depuis longtemps, l'éminent député de la Cochinchine, M. Le Myre de Vilers, signalait le haut intérêt d'une telle fondation. Frappé, d'autre part, de l'obstacle qu'opposent au transport de beaucoup de produits végétaux et aux voyages des Français dans nos colonies d'Asie l'accablante chaleur et l'humidité qui sévissent dans la mer Rouge et certaines régions de l'Océan Indien, M. Le Myre de Vilers a fait remarquer aussi l'énorme avantage qu'il y aurait à disposer sur ces lignes, à bord de nos grands navires, des cabines frigorifiées. Beaucoup de Français s'abstiennent d'un voyage aux Indes, effrayés par la chaleur à subir pendant la traversée de la mer Rouge. Rien ne les retiendrait plus si le navire pouvait mettre à leur disposition, moyennant un supplément de prix, des cabines placées au centre d'une petite usine frigorifique, et dont la température se trouverait ainsi abaissée de 6 à 7 degrés au-dessous de la température ambiante.

« Nous croyons savoir qu'une grande Compagnie de navigation, justement appréciée des personnes qui prennent part aux voyages de la *Berie*, se propose d'étudier cette installation d'engins frigorifiques sur quelques-uns de ses vaisseaux.

Le complément qu'une telle innovation ajouterait au confort actuel des grands paquebots, faciliterait certainement l'organisation des croisières que nous projetons de diriger vers nos colonies d'Asie. L. O.

§ 3 — Géographie et Colonisation

L'expédition scientifique de l'Université de Cambridge dans le détroit de Torrès. — Une expédition scientifique a récemment quitté l'Angleterre à destination de l'Australie, de la Nouvelle-Guinée et de Bornéo. Les savants qui la constituent se proposent surtout d'étudier les peuplades qui habitent au sud de la Nouvelle-Guinée et au nord de l'Australie, par conséquent sur les bords du détroit de Torrès. Leurs recherches porteront sur l'anthropologie, les traditions, le langage, les coutumes de ces peuplades. Ils emportent un phonographe qui enregistrera les mots qu'ils entendront prononcer, et un cinématographe qui fixera les scènes qu'ils auront sous les yeux. L'expédition compte rester quinze mois hors d'Angleterre.

Cette expédition — et ce n'est pas ce qu'elle présente de moins remarquable — a été organisée entièrement par l'Université de Cambridge. Son chef, M. A. Haddon, est *Lecturer of Anthropology at Cambridge University*.

Parmi les six savants qui l'accompagnent, cinq appartiennent, en qualité de *fellows* ou de *lecturers*, aux divers collèges de l'Université. Si des subvides ont été accordés à l'expédition par la *Royal geographical Society*, la *British Association* et la *Royal Institution*, les frais sont cependant, pour la grosse part, couverts par les ressources particulières de l'Université. Rien n'a été demandé à l'Etat. Quelques jours avant qu'elle ne quittât Cambridge, une soirée solennelle d'adieu a été donnée en son honneur par le Vice-chancelier.

On ne saurait, naturellement, préjuger des résultats scientifiques de cette expédition; mais son départ seul prouve combien peut être fécond, pour le progrès des sciences, un groupement habile d'initiatives privées.

Création d'un « Jardin de Kew », à Nantes.

— Nous avons le plaisir d'annoncer à nos lecteurs qu'un riche citoyen de Nantes va créer, aux environs immédiats de cette ville, un jardin où seront cultivées les plantes utiles de nos colonies. L'étude horticole et agricole de ces végétaux y sera conduite d'une façon scientifique, de telle sorte que le jardin serve : 1° à réunir en collection vivante les plantes de nos possessions; 2° à les propager par boutures ou par graines et à les sélectionner; 3° à acclimater en France celles qui pourront y vivre; 4° à servir d'infirmerie, d'entrepôt et de centre d'échange pour les plantes qu'il peut être avantageux d'emprunter à certaines de nos colonies, pour les introduire en d'autres où elles n'ont pas encore pénétré.

Intelligent et généreux fondateur consacrera deux millions à cette grande entreprise, qui, espérons-le, ne tardera pas à jouer, pour les possessions françaises, le rôle que joue, pour les colonies anglaises, le célèbre « Jardin de Kew ».

Une Bibliothèque coloniale. — L'*Union Coloniale* et le Comité de Madagascar viennent de décider la publication d'une « Bibliothèque des Classiques coloniaux ». Les ouvrages qui se rapportent aux entreprises coloniales de l'ancienne France et qui remontent en partie jusqu'aux xvi^e et xv^e siècles, sont, pour la plupart, introuvables ou très rares et, par conséquent, ignorés du grand public. La nouvelle bibliothèque comprendrait les plus remarquables de ces œuvres. Ainsi, en ce qui concerne Madagascar, on rééditerait le *Voyage de Flacourt*, qui semble écrit d'hier et témoigne de l'aptitude colonisatrice de notre race.

Dans leur nouvelle entreprise, l'*Union Coloniale* et le Comité de Madagascar se sont d'ailleurs inspirés d'un exemple, celui des Etats-Unis, qui ont commencé à rééditer tous les ouvrages écrits par les Pères Jésuites sur les anciennes colonies américaines. Le projet des deux associations françaises est plus modeste, mais, avec l'aide de tous ceux qui travaillent à l'expansion de la France au dehors, elles ne désespèrent pas d'atteindre leur but, qui est de remettre en circulation des œuvres d'une valeur et d'un intérêt de premier ordre. Nous ne pouvons qu'applaudir à cette intelligente initiative : elle nous aidera à mieux connaître le domaine colonial que la France a conquis.



LE CINQUANTENAIRE DE L'ÉCOLE FRANÇAISE D'ATHÈNES

AUTREFOIS ET AUJOURD'HUI¹

L'École française d'Athènes ayant convié la Revue générale des Sciences et ses touristes² aux fêtes par lesquelles, le 17 et le 18 avril, elle célébrera le cinquantenaire de sa fondation, nous avons demandé à l'un des Maîtres sortis de cette grande École d'exposer ici l'origine et d'en décrire les services. Nous le remercions d'avoir bien voulu accéder à ce désir.

LA DIRECTION.

L'École française d'Athènes célèbre cette année son cinquantenaire. Elle est un peu en retard pour cette commémoration; mais elle ne pouvait décemment prendre son habit de fête, tant que la Grèce, à laquelle l'unit un demi-siècle de travaux et de souvenirs, n'en aurait pas fini avec les angoisses de la guerre turque. Nous devions d'autant moins nous impatienter des vicissitudes de la question d'Orient, que nous lui devons en partie l'existence. C'est là un des côtés originaux de notre physiologie primitive. Il n'est pas sans intérêt de le mettre en lumière.

I

Au lendemain de la crise de 1840, qui avait pris la France au dépourvu, quelques esprits généreux se préoccupèrent de trouver, dans la péninsule balkanique, de nouveaux moyens de lutter contre les agissements de la Russie et les intrigues de l'Angleterre. Un diplomate, M. Piscatory, qui avait combattu pour l'indépendance de la Grèce; un des héros de cette même guerre, Coletti, qui représentait le roi Othon auprès du roi Louis-Philippe; un banquier, M. Eynard, dont la libéralité para bien des fois aux détresses de la patrie de Canaris, se concertèrent à cet effet. Joignant sa voix à celle

des politiques, Sainte-Beuve, pour des motifs d'ordre littéraire, invitait aussi le Gouvernement français à établir en Grèce une mission permanente.

Soumis en 1841 à Villemain, le projet n'aboutit que cinq ans plus tard, grâce aux efforts combinés



Fig. 1. — Amédée Daveluy, premier directeur de l'École.

¹ Quelques-unes de nos gravures sont empruntées à un livre dont le premier fascicule paraît en même temps que cet article : *L'Histoire et l'Œuvre de l'École française d'Athènes*, Paris, Hachette et C^{ie}. A son tour, la *Revue générale des Sciences* met les clichés de l'article à la disposition de l'auteur du livre.

² Les III^e et IV^e croisières de la *Revue* partiront de Marseille le 3 et le 9 avril à bord du *Senégal* et de l'*Orénoque*. Les deux navires se trouveront au même moment au Pirée.

La Direction.

de M. Piscatory, devenu ministre de France en Grèce, de Coletti, devenu président du Conseil, et de M. de Salvandy, devenu Grand-Maitre de l'Université. Une ordonnance du 11 septembre 1846 institua une « École française de perfectionnement

pour l'étude de la langue, de l'histoire et des antiquités grecques à Athènes ». La création ayant été faite en dehors des Chambres, on préleva sur le chapitre des Missions et sur celui des Encourage-

ment, pour comble de disgrâce, était sourd, bête et bossu, ils rêvaient de mettre sur le trône un prince français, comme le duc d'Aumale ou le duc de Montpensier, qui, loin de toucher une liste



Fig. 2. — La maison Lemnienne (cliché de la Revue de l'Art ancien et moderne).

ments aux let-
dits nécessaires
tion de la nou-

Le premier directeur de l'École fut M. Amédée Daveluy (fig. 1). C'était un galant homme, très gai, lorsqu'il n'était pas malade, plein d'esprit, et d'une prestance magnifique. Ayant fait un dictionnaire, il passait pour philologue. Il était surtout homme du monde. Il montait bien à cheval et jouait brillamment au tric-trac. Il eut un équipage, reçut, mena grand train, posa l'École. Ses domestiques, auxquels il parlait volontiers gaillardement, botté et la cravache à la main, le pri-

rent les cré-
à l'installa-
velle École.

civile, aurait offert à chaque électeur une honnête pension.

Quand les sept premiers membres de l'École (fig. 3) débarquèrent, le lundi 22 mars 1847, Athènes les étonna fort. Ce n'était pas, comme aujour-

d'hui, une grande ville, avec des palais à loggias, de larges avenues rectilignes, tout un ruissellement de marbres du Pentélique. C'était un village de vingt-cinq à trente mille habitants. Les rues, tortueuses et irrégulières, s'en allaient à hue et à dia; les bâtisses, à un seul étage, badigeonnées en jaune fade, avec des jalousies vertes et des balcons de bois, avaient un aspect rustique;

Ch. Hanriot E. Burnouf Ch. Lévêque E. Roux
1 2 3 4



5
Ch. Benoît

Fig. 3. — L'École des Origines (d'après un daguerréotype de M. Emile Burnouf).

9
A. Grenier

rent tout de suite pour un lord. Les sujets du roi Othon étaient persuadés que tous les Anglais sont millionnaires et que tous les Français ont au moins cinq mille livres de rentes. C'est pour cela qu'à la place de leur pauvre roi, qu'ils rétribuaient et

les boutiques étaient poisseuses et mal achalandées; les ministères ressemblaient à des gendarmeries de chefs-lieux de canton. Partout, on se heurtait à des tas d'ordures, à des échafaudages, et l'on risquait à chaque instant de choir dans des trous à chaux.

Un palmier coupait en deux la principale voie. Des poutreaux faisaient le « khief » au seuil des portes. La Banque avait le sien, en titre, qui ne se fit pas dérangé pour le marquis de Carabas. Plus tard, quand le gouvernement voulut ôter la liberté de réunion à ces libres citoyens de la rue, cette mesure inopportune faillit avancer de plusieurs lustres la chute de la dynastie. Dans les carrefours, des tribus de chiens errants happaient au passage les étrangers.

Il n'y avait guère que deux belles maisons : la maison Ghennadios (fig. 4 et 5) — M. Ghennadios était le gymnasiarque, quelque chose comme le principal du collège — et la maison Lemnienne (fig. 2), ainsi nommée parce que son propriétaire était originaire de l'île de Lemnos. La première, où l'École resta de 1847 à 1855, est aujourd'hui le lycée Simopoulo; l'autre, où elles s'installèrent de 1856 à 1873, est maintenant l'hôtel de la Grande-Bretagne.

Peu de Grecs avaient adopté le costume européen. Le roi Othon portait la jupe nationale à plissés blancs. Coletti ne quittait pas non plus la fustanelle, et tous les patriotes l'imitaient. Le mardi de Pâques, en voyant danser de ces files de jeunes sur le terre-plein du temple de Thésée, nos humanistes, qui ne retrouvaient plus leurs chœurs de Sophocle ou de Pindare, se crurent transportés dans une clairière d'Amérique, au milieu d'une fête d'Iroquois ou de Caraïbes.

D'ailleurs, ce pittoresque ne leur déplaisait pas, et ils n'eurent pas besoin de se faire violence pour

obéir à leurs instructions. Elles portaient qu'ils devaient se concilier l'estime et la confiance des habitants par la modestie de leur caractère, par leur zèle pour la science, par le culte éclairé de l'Antiquité classique, par le respect des institutions

et des mœurs du pays. Le programme était généreux et vague. Ils l'interprétèrent de leur mieux.

A vrai dire, ils n'adoptèrent ni le bonnet rouge, ni la casaque galonnée d'or, ni les guêtres brodées d'argent, ni la ceinture de soie qui sanglait, au-dessus des hanches, le haut de la fustanelle et faisait une taille de guêpe, ce que les chansons grecques appellent

une « taille de cyprès » (fig. 6). Mais ils donnèrent d'autres gages de leur philhellénisme. Le jour de Pâques, on les vit, à l'exemple des palikares, rôtir un agneau dans leur jardin et ils laissèrent

pendre en virgule, comme eux, des moustaches d'un décimètre.

C'est qu'aux yeux des orthodoxes, le port des favoris équivalait à une manifestation catholique. L'École, en y renonçant, prouva qu'elle n'était pas affiliée à la Propagande. Il ne fallut rien moins que ce nouveau sacrifice de Samson pour rassurer le pappas leonimos et le moine Phar-

makidis : ces deux lumières de l'Église orientale avaient discerné, sous le gilet à ramages des pupilles de M. de Salvandy, le scapulaire des « mauvais jésuites », et, pendant dix mois, les journaux à court de copie avaient partagé leurs terreurs.

En tant qu'agence politique, l'École avait une triple tâche : renforcer le parti français ou « mos-



Fig. 4. — La Maison Ghennadios. Façade intérieure donnant sur le Lycabette (d'après un daguerrétype de M^{me} Eugène Gandar).



Fig. 5. — La Maison Ghennadios. Façade extérieure, tournée vers l'Acropole (d'après un daguerrétype de M^{me} Eugène Gandar).

khomangite »; annihiler le parti russe ou « nাপiste »; désagréger le parti anglais ou « philostering ». Le plus difficile, ce ne fut pas de persuader aux fanatiques qu'on n'en voulait nullement à l'œuvre de Photius; ce ne fut pas non plus de convaincre les gens instruits que l'établissement d'un nouveau foyer de culture ne pouvait qu'être profitable à la Grèce : ce fut de ne pas trop s'inféoder à ce que l'on appelait la « makharocratie », ou gouvernement du couleau, désignation expressive appliquée par les « phanariotes » au régime colettiste.

Le sobriquet de « moskhomangite », — nous dirions « décroton », — dont on affublait le parti français, n'était que trop justifié : « Nous sommes ici les amis de la canaille, » écrivait le secrétaire de la Légation de France. Quand Grivas allait à Patissia, pour rendre visite à M. Piscatory, il était toujours accompagné de vingt ou trente rustres au teint basané, qui sentaient l'ail, tenaient leur tabac au chaud sur leur estomac, et ne cessaient d'égrener leur chapelets

ou de brandir leurs sabres que pour se moucher dans leurs doigts. Les grands chefs, brûlotiers ou armatoles, avaient tous des peccadilles sur la conscience. Tel était connu pour traiter le Trésor public en butin de guerre, tel pour avoir tué sa femme, à la turque, sur un soupçon. « Mangeurs de Turcs » n'en était pas moins leur appellation générique, et, sur ce nom de « turcophages », on leur passait tout.

De temps à autre, un mécontent soulevait une province. La guerre civile et le brigandage entretenaient l'anarchie. On ne connaissait pas de Grec qui n'aspirât à être ministre, si ce n'est le vieux Pittakis, le surintendant de l'Acropole, qui, dès l'époque de l'« Épanastase », préludait à la conservation générale des Musées en défendant les

inscriptions à coups de fusil. Tel était le monde étrange que sept jeunes admirateurs de *l'itinéraire de Paris à Jérusalem*, munis de nombreux diplômes et parés de plusieurs rangs d'hermine, avaient la mission de régénérer.

A cet effet, ils se transportaient tantôt dans les boutiques de la rue d'Hermès, tantôt dans les cabarets de Phylé, d'Eleusis ou de Corinthe. Quand ils débarquaient dans une auberge, ils étalaient leurs provisions, du jambon, de l'agneau, des oranges, du vin de Bordeaux ou de Chypre. Ils trouvaient là le maire, le maître d'école, les notables, en train de bavarder et de fumer le tchibouk. Ils les invitaient à partager leur pilaf. Ils criaient entre chaque bouchée : « Vive la Grèce ! » et ils ne se séparaient pas de leurs hôtes qu'ils ne les eussent contraints de crier à leur tour : « Vive la France ! Vive Coletti ! Vive Piscatory ! » Ces expéditions amusaient beaucoup.

Pour les gens de condition plus relevée, on procédait d'autre sorte : « Sous couleur de causer d'anti-

quités, de manuscrits, de philologie grecque, on se glisse, on cajole, on conquiert, on fait l'article pour la France. On nous dénonce tel professeur comme un Anglais. Vite en cam-

pagne, mais sans tambour ni trompette, bien modestement, bien discrètement. On lui parle de ses ouvrages, on écoute ses dissertations, on lit ses mémoires, on se fait son humble et docile écolier : on lui promet la correspondance de l'Institut français et son portrait dans *l'Illustration*. On caresse son petit

chien, qui nous donne des puces. Mais pour la patrie que ne fait-on pas ? Que ne souffre-t-on pas ?

On embrasse sur les deux joues ses petits garçons ; on fait des compliments à sa fille sur ses yeux noirs. On donne à entendre qu'on pourrait bien se marier



Fig. 6. — *Lophotele*, ancien intendant de l'École française, en costume national (d'après une aquarelle de M. Charles Garnier).



Fig. 7. — *Le Parthénon restauré* (envoi de Rome d'Alexis Paccard, 1847).

à Athènes : or, notre position, qui serait très subalterne en France, est ici magnifique. Nous sommes rétribués à l'égal du préfet de l'Attique. » (Grenier, lettre inédite du 21 avril 1847.)

Enfin, nos courtiers électoraux ouvrirent des cours de français qui eurent un succès extraordinaire. La Grèce, studieuse, mais pauvre, saisit avec enthousiasme l'occasion de s'instruire sans frais. Pendant quelques mois, l'École fut un vrai collège, où l'un faisait des conférences sur Molière, pendant que l'autre enseignait les rudiments de Noël et Chapsal. L'affluence était extraordinaire. Chaque jour il fallait commander au menuisier de nouveaux banes. Plus étonnante encore était la composition de l'auditoire, la différence des âges, la bigarrure des costumes. C'était « un panhellénisme en raccourci », où l'on voyait figurer des vieillards et des jeunes gens, des avocats, des médecins, des marmitons, un pharmacien de Venise, un sous-officier du Magne, un diacre d'Ithaque et un « employé au parquet de l'Aréopage ». Mais, avec les premières anémies, le zèle diminua. Survint la révolution de 1848. Les idées prirent un cours nouveau. On ne parla plus de faire la conquête intellectuelle de l'Orient. L'École borna son ambition à former, comme l'avait demandé Sainte-Beuve, des hellénistes et des antiquaires.

(de l'Hérault), comme Bineau, que le *Charivari* représentait sous les traits d'un Apache démolissant à coups de massue les chefs-d'œuvre de nos musées, la mettaient, avec le Collège de France, le Muséum,

l'École des Chartes, au nombre des « exubérances parasites qui rongent, dessèchent, dévorent la fortune publique », et ils en demandaient la suppression. Mais Victor Hugo s'éleva contre ces lésions misérables. Le 10 novembre 1848, il s'écria, lors de la discussion du budget : « Vous avez cru faire une économie d'argent ; c'est une économie de gloire que vous faites. Je la repousse pour la dignité de la France ; je la repousse pour l'honneur de la République ! »

Jusqu'au 22 juillet 1850, date à laquelle le vote du chapitre spécial, inséré pour elle dans la loi de finances, lui donna un état-civil, l'École mena une existence des plus précaires. Deux hommes

l'ont sauvée : Guigniaut et Esquirol de Parieu. Quand on interrogeait les pupilles de M. de Salvandy sur ce qu'ils allaient faire en Grèce, ils répondaient

à peu près comme Émile Augier dans son discours de réception à l'Académie française : « Demander les secrets de la langue d'Homère aux échos du Parthénon ». L'opinion, soupçonneuse et utilitaire, réclamait des occupations plus précises et des résultats publiquement constatés.

Guigniaut indiqua le remède : il fallait placer l'École d'Athènes sous le patronage scientifique de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, comme l'Académie de France à Rome était placée sous le patronage artistique de l'Académie des



Fig. 8. — *About en voyage* (d'après un croquis de M. Charles Garnier).



Fig. 9. — *Athènes, vue du haut de la colonnade nord du Parthénon.*

Avant de se métamorphoser, elle faillit périr. Un certain nombre de députés de la Constituante, précurseurs de M. Homais, comme le citoyen Vidal

Beaux-Arts. Les pensionnaires romains adressaient régulièrement des envois de Rome : il fallait demander régulièrement aux pensionnaires athéniens des envois d'Athènes. M. de Parien entra dans ces vues, et ainsi fut conclu entre l'Académie des Inscriptions et le Ministère de l'Instruction publique cet intelligent et libéral concordat de 1850 qui a fait la fortune scientifique de l'École.

Le décret du 7 août 1850, où sont codifiées les mesures arrêtées par l'Académie et le Ministère, est précédé d'un Rapport où on lit : « Parmi les

plus approfondie. Ainsi, il ne peut qu'y avoir avantage à tenir la barrière haute; nous sommes assurés qu'il se présentera toujours assez de concurrents capables de la franchir. »

About fut le premier qui subit le concours d'entrée (21 novembre 1851). Il expliqua « avec beaucoup de facilité et d'esprit » les textes classiques inscrits au programme, montra qu'il avait « un goût prononcé pour les chefs-d'œuvre de l'art » et fit espérer qu'il se rendrait « bientôt maître des principes de la paléographie numismatique et épi-

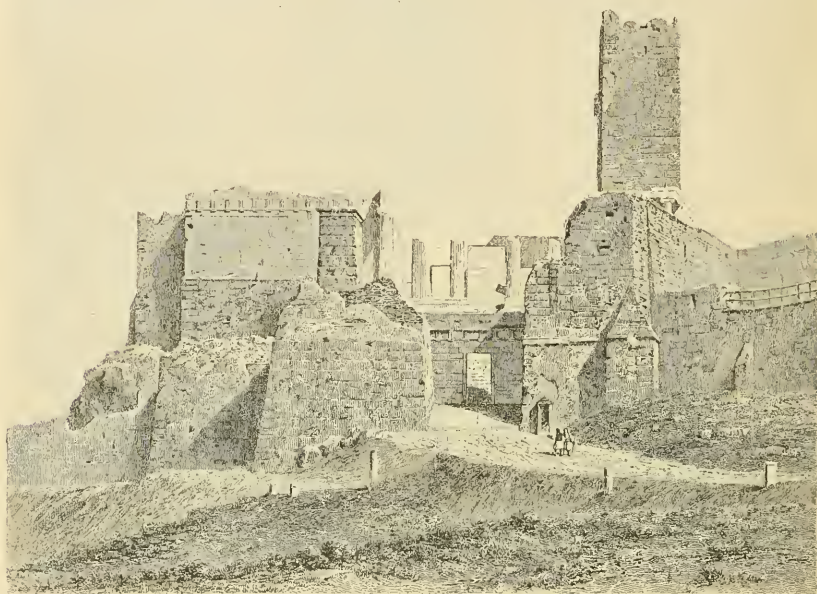


Fig. 10. — L'Acropole d'Athènes après les fouilles de Beulé.

jeunes gens, dont le nom seul d'Athènes éveillera l'imagination, il ne manquera pas de s'en trouver qui prendront sincèrement une curiosité d'artiste pour une vocation d'érudit, et verront, avant tout, dans l'admission à l'École, l'occasion d'un pèlerinage aux lieux les plus célèbres de l'Antiquité classique. C'est précisément à ces ambitions qu'il faut fermer le chemin de l'École d'Athènes. Contre les déceptions qui s'ensuivraient infailliblement, l'unique garantie se trouve dans la sévérité d'un examen spécial qui, en fournissant le moyen de classer entre eux les candidats, assure à l'École un personnel sérieux, un ensemble d'esprits d'élite, dont la mission sera d'autant plus féconde qu'elle aura été précédée d'une préparation plus longue et

graphique ». La Commission le jugea digne du titre qu'il ambitionnait et elle déclara qu'il ne pouvait « manquer de faire honneur à l'École française d'Athènes ». Il lui fit honneur en effet, mais ce ne fut point par ses travaux de numismatique et d'épigraphie.

Sarcey fut moins heureux que son *alter ego*. Au concours suivant (13 janvier 1853), il ne réussit pas à satisfaire son jury. Ce candidat, écrit le rapporteur, « n'a malheureusement pas répondu à l'attente que nous avions fait concevoir ses antécédents universitaires et sa réputation à l'École Normale. Il a très médiocrement répondu aux questions qui lui ont été adressées. Le trouble qui s'était emparé de lui, dès le premier moment, et qu'il n'a pu mai-

triser, peut seul rendre compte de la faiblesse de ses réponses sur le grec moderne, sur les éléments de la paléographie, de l'épigraphie, de l'archéologie, et même sur l'histoire de la Grèce. Au total, c'est un examen qui peut être considéré comme non avenu, comme un coup de malheur plutôt que comme une preuve d'ignorance ou comme un défaut de préparation. »

Bref, Sarcey fut retoqué, comme un simple cancre, pour timidité extrême. L'aplomb lui est venu avec l'âge ; mais les rigueurs du concours d'entrée

homme qui, à une intelligence d'une riche et merveilleuse souplesse, joignait un admirable talent de mise en scène. L'Acropole et Beulé, Beulé et l'Acropole, deux noms à peu près inséparables. Voici dans quelles conditions s'est consommée l'union :

Depuis la réforme de 1830, l'Académie des Inscriptions proposait à l'École des sujets de mémoires. Guignaut, qui en rédigeait la liste, inscrivit au programme cet article : « Faire une description complète et approfondie de l'Acropole d'Athènes,



Fig. 11. — Le village de Kastri, avant les fouilles de Delphes.

n'en ont pas moins privé l'École d'Athènes de la gloire d'inscrire sur ses fastes le prince de la critique dramatique dans cette seconde moitié du XIX^e siècle. C'est grand dommage que nous ne puissions pas le revendiquer, nous aussi, pour notre oncle. Aux fêtes du cinquantenaire, il y serait allé de sa conférence !

Sous la diligente tutelle de l'Académie des Inscriptions, l'École prospéra et sa première campagne de fouilles lui valut une retentissante popularité. Il est vrai que le terrain où elle débuta dans l'archéologie militante était bien fait pour parler à l'imagination, et, par surcroît, elle eut l'heureuse aspiration de confier alors son drapeau à un

d'après l'état actuel et les travaux récents, comparés aux données des auteurs anciens. » Beulé ne recula pas devant l'immensité d'une pareille étude. Mais une question se posait : Par où les grandes processions religieuses du temps de Périclès entraient-elles à l'Acropole ? Ce n'était pas évidemment par la mesquine poterne et l'étroit sentier de l'époque turque. Il devait y avoir, en contre-bas des Propylées, qui formaient le vestibule de la citadelle, quelque large escalier monumental descendant à une grande porte enfouie sous terre.

Beulé recrute des ouvriers (mars 1853) et s'acharne à la vérification de son hypothèse. Tantôt, il est plein de confiance ; tantôt, il désespère. Enfin,

dans une heure de détresse, un épistate, — telle la vigie de Colomb, — s'écrie : « Σαλοπάτια! Σαλοπάτια! » On vient d'exhumer l'escalier. Quelques jours plus tard, c'est le tour de la porte (fig. 10).

A cette nouvelle, le public des deux mondes prend feu. Beulé devient immédiatement un homme célèbre; l'École française d'Athènes, inconnue hier, s'auréole d'un nimbe de gloire. Un grand journal parisien annonce gravement qu'elle a découvert



Fig. 12. — M. Paul Foucart (d'après une photographie de M. Pirou).

l'Acropole, et l'un des plus illustres proscrits du Deux-Décembre, David d'Angers, vient s'asseoir sur l'escalier des Propylées comme Marius sur les ruines de Carthage.

Les fouilles de l'Acropole furent suivies, après un intervalle de sept ans, par les fouilles de Delphes (fig. 11, 13, 15, 16 et 17). Mais les fouilles de Delphes, c'est une autre guerre de Trente ans.

choses graves par une note humoristique, nous couperons ce long drame en trois actes, auxquels nous donnerons des titres alléchants : premier



Fig. 13. — La voie sacrée à Delphes.

acte, « le mur volé »; deuxième acte, « les raisins secs »; troisième acte, « le porc salé d'Amérique ». Pour ressembler à un scénario de vaudeville, ceci n'en est pas moins de l'histoire vraie, et je consignerai mes dates comme si je rééditais Larcher ou Lenain de Tillemont.

Le Wallenstein de la première période fut un certain capitaine Franco, vilain diable à l'âme noire, bien fait pour commander aux Delphiens, lesquels, au témoignage de M. Daveluy, étaient « les

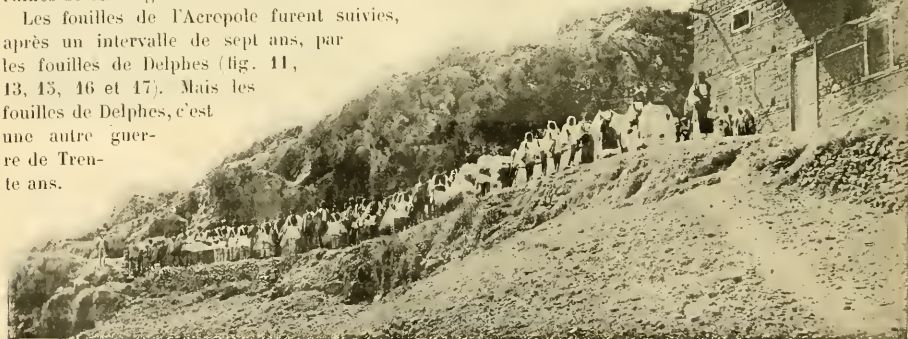


Fig. 14. — Un mariage à Delphes.

Amorées au printemps de 1861, elles n'obtinrent leur traité de Westphalie, mettant fin à d'interminables litiges, qu'au printemps de 1891. Si l'on veut bien nous permettre d'égayer un peu ces

plus méchantes gens du monde ». S'ils n'ont pas « defenestré » les archéologues qui s'aventurèrent chez eux, il ne s'en est pas fallu de beaucoup. Au mois de juillet 1862, pour entrayer les recherches

de l'École française, le capitaine confisqua d'un seul coup trente mètres du mur gigantesque, dit « mur pélasgique inscrit », qui soutient la terrasse du temple d'Apollon et sur lequel on a copié d'innombrables textes épigraphiques relatifs aux affranchissements d'esclaves.

L'usurpation donna lieu à un incident diplomatique. Notre ministre en Grèce, M. Bourée, en référé au quai d'Orsay, et comme en ce temps-là le Gouvernement français parlait haut, Franco dut

lègue Wescher avaient attaché leur nom. Il demandait deux choses : l'une, que le Gouvernement grec expropriât vingt-cinq ou trente maisons du village établi sur les ruines ; l'autre, que le Parlement français volât des sommes suffisantes pour pratiquer une méthode largement exhaustive :

« A Pergame, comme à Olympie », écrivait-il le 27 avril 1881, « le succès des Allemands tient à la largeur des ressources mises à la disposition des explorateurs et à l'appui énergique que le Ministre



Fig. 13. — Fouilles de Delphes : un coin du chantier.

faire amende honorable. Il semblait, après cette victoire, que les fouilles n'avaient plus qu'à suivre. Napoléon III s'y intéressait. A la demande de Léon Renier, il avait prélevé pour elles 4.000 francs sur sa cassette. Par malheur, les Grecs renversèrent leur roi Othon et, dans l'agitation qui s'ensuivit, on perdit de vue l'affaire de Delphes.

Elle ne fut reprise qu'en 1880, par celui-là même qui l'avait commencée. Devenu directeur de l'École française d'Athènes, M. Paul Foucart (fig. 12), dont le beau *Mémoire sur les ruines et l'histoire de Delphes* est la base de toute étude sur le célèbre sanctuaire, crut le moment venu de terminer l'œuvre à laquelle Ottfried Müller d'abord, puis lui-même et son col-

lègue étrangères prête à ces entreprises archéologiques. Elles ont, en effet, pour résultat non seulement d'enrichir la science, mais d'étendre en Orient la réputation et l'influence de la nation qui les entreprend. »

Commoudouros, le président du Conseil grec, se montra favorable au projet. On rédigea un protocole.

Mais on avait compté sans le colonel Franco. En s'élevant dans la hiérarchie militaire, l'ex-capitaine n'avait pas imprimé la même marche ascendante à ses sentiments. Excités par lui, les Delphiens réclamèrent trente drachmes par pique de leur terrain. C'était à peu près comme si on avait

voulu faire des fouilles dans le quartier de la Madeleine ou de l'Opéra.

Pour venir à bout des exigences de Franco et consorts, Coumoundouros déposa un projet de loi générale sur l'expropriation pour cause d'utilité publique. Mais il tomba. Tricoupis, qui lui succéda, argua d'abord de l'opposition de la Société archéologique d'Athènes, puis, démasquant tout à coup sa pensée, déclara qu'il était résolu à lier le sort de la Convention de Delphes à celui du Traité de

terrible que le capitaine Franco, plus encombrant que les raisins secs, était intervenu : le porc salé d'Amérique. Le 17 mai 1890, au reçu d'une dépêche de Washington, M. Ribot, président du Conseil et Ministre des Affaires étrangères, informait son collègue M. Bourgeois, Ministre de l'Instruction publique, qu'un groupe de capitalistes américains, désireux d'attacher leur nom à une grande œuvre archéologique, offraient de prendre à leur charge non seulement les frais des fouilles de Delphes,

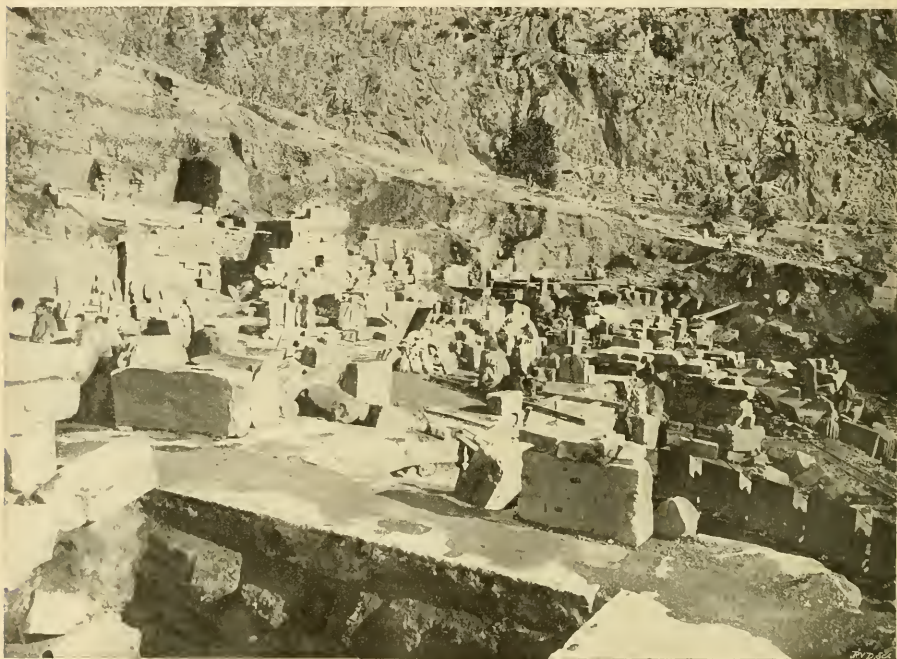


Fig. 16. — Fouilles de Delphes. La voie sacrée vue de l'angle sud-est du Temple.

commerce avec la France. Les raisins secs apparaissaient (29 mars 1882) !

Au bout d'un an de négociations épineuses, le protectionnisme français s'étant montré intraitable pour le pépin de Corinthe, le patriotisme hellénique se montra intraitable pour le temple d'Apollon. Obligé d'abandonner la lutte, M. Jules Ferry n'en écrivait pas moins, le 21 avril 1883, à M. de Freycinet : « L'échec relatif que nous avons éprouvé, malgré notre réserve et notre prudence, est un de ces incidents qu'il serait bon de faire oublier. »

C'est à la souple et fine diplomatie de M. Homolle qu'était réservé l'honneur de la revanche. Et pourtant, dans l'intervalle, un troisième facteur, plus

que la France assumait, mais encore les frais d'expropriation du village de Kastri (fig. 11), qu'elle laissait à la Grèce. Chicago couvrait la Pythie de dollars.

Athènes est toujours la patrie d'Aristide. Les Xerxès de l'Illinois et les Artaxerxès de l'Ohio firent en vain miroiter leurs pyramides d'or. La Grèce n'oublia pas que l'École française avait été la première à venir étudier chez elle son histoire et ses monuments. La loi qui cédait pour dix ans Delphes aux entreprises scientifiques de la France fut promulguée dans l'*Officiel* du 6 18 mai 1891. Toutefois, ce fut seulement le 7 octobre 1892 qu'on inaugura les travaux. Sous les yeux de M. Homolle,

du vicomte de Bourgoing, de l'éphore général des Antiquités, du démarque de Khryso et d'autres notabilités helléniques, des wagons, où flottaient des drapeaux français et grecs, emportèrent au ravin les premiers déblais.

Nous n'avons pas à inventorier les magnifiques découvertes faites par l'École française à Delphes. M. Homolle est aimé d'Apollon. Le dieu de la lumière l'inspire et le guide. Conduites avec une science et une méthode admirables, les fouilles ont

bout, tenant ses rênes, drapé sobrement dans une longue tunique à plis droits, comparable, pour la noblesse de l'attitude et la simplicité de la ligne, aux plus exquises créations du génie grec.

Il n'est pas jusqu'à la musique ancienne que les fouilles de Delphes n'aient fait mieux connaître. Les fragments d'hymnes au dieu pythien sont aujourd'hui célèbres. On les a transcrits, commentés, exécutés dans toutes les villes où il y a des hommes, et qui chantent. Apollon a fait pendant quelques



Fig. 17. — Fouilles de Delphes. Réseau des voies ferrées.

donné des résultats surprenants. Sans parler des riches séries de textes épigraphiques qui renouvellent l'histoire d'une dizaine de siècles du monde grec et romain, M. Homolle et ses collaborateurs ont mis au jour de merveilleux chefs-d'œuvre d'architecture et de sculpture. Tels, les délicats bas-reliefs des trésors où l'on gardait les offrandes consacrées au dieu par les diverses nations helléniques, Athéniens, Cnidiens, Sicéoniens. Tel, le buste de l'Antinoüs, si charmant de grâce et de vie jeune. Tel l'athlète thessalien. Telles les Cariatides dansantes, dont la pose et le charme rappellent les Grâces de Germain Pilon. Tel, enfin et surtout, l'Aurige, ou conducteur de char, en bronze, de-

mois une concurrence déloyale à Wagner. Que le Venusberg lui pardonne!

Plus complètement encore que Delphes, Délos est une gloire française. Ici, pas d'initiateur étranger. En 1873, pendant la direction Burnouf (fig. 18), Lebègue commence les premières recherches sur le sommet de Cynthe. En 1877, pendant la direction Dumont, M. Homolle (fig. 19) entame les campagnes décisives. Avec cette sûreté d'intuition qui le distingue, ou plutôt avec la force logique d'une intelligence habituée à dégager les lois et les causes, il comprend que c'est dans le voisinage du port, non loin des moles transparents à demi sous l'eau qu'il faut chercher le sanctuaire, parce qu'on ne peut

concevoir la vie religieuse et la vie commerciale d'une grande ville autrement qu'unies l'une à l'autre. Quelques coups de pioche, et l'hypothèse se vérifie. Sur la surface du morne désert aride n'est pas moins remarquable que les résultats acquis, c'est la modicité des ressources avec lesquelles



Fig. 18. — M. Emile Burnouf.

et inhabité qu'est aujourd'hui l'île sainte, les monuments apparaissent. Temples, docks, portiques, agora, palestres, sortent un à un des profondeurs du sol (fig. 20 et 21). | ils ont été obtenus. Les dépenses totales des quinze



Fig. 19. — M. Homolle dans son cabinet de travail.



Fig. 20. — Vue des fouilles du temenos d'Apollon à Delos.

Depuis lors, l'œuvre délienne, si brillamment | à vingt campagnes faites jusqu'ici n'ont pas dépassé
orientée, s'est poursuivie sans interruption. Ce qui | 50.000 francs.

L'École française pourrait reprendre à son compte la belle invocation de Chénier :

Dieu dont l'arc est d'argent, dieu de Claros, écoute!
O Sminthée Apollon!...

C'est, en effet, un troisième sanctuaire apollonien, celui du mont Ptoïon en Béotie, qui a commencé la fortune archéologique de Maurice Holleaux. Les bronzes et les marbres découverts par lui dans cette solitude lointaine sont d'une importance capi-

gée (fig. 32, qu'explora Bérard; Didymes, enfin, où Bernard Haussoullier continue en ce moment même l'œuvre inachevée d'Olivier Rayet.

Réserveons du moins une mention spéciale pour Myrina. Les terres cuites découvertes, de 1880 à 1883, dans la nécropole de cette vieille ville du littoral éolien de l'Asie-Mineure, par Edmond Potier, Salomon Reinach et Alphonse Veyries, sont au nombre des merveilles du Louvre; car cette fois, par une exception unique, les richesses exhumées,



Fig. 21. — La caverne du dragon à Délos.

tales pour la connaissance de la période archaïque de la plastique grecque.

Une énumération complète des champs de fouilles, où les membres de l'École française ont servi la science en faisant leur éducation technique, exigerait, pour être intéressante, des développements qui nous sont interdits. Bornons-nous à signaler, en passant, Mantinée, où Gustave Fougères a retrouvé des bas-reliefs de l'école de Praxitèle; Thespies, où Jamot a bien mérité des Muses héliconiennes; Lagina (fig. 22 et 23), où Chamonard, grâce à l'intelligente libéralité du surintendant des Beaux-Arts de l'empire ottoman, Hamdi-Bey, n'a pas rendu de moins signalés services à la déesse Hécate; Té-

au lieu de rester dans leur pays d'origine, ont passé la mer. Quel est le familier de notre grand musée national qui n'a longuement admiré cet adorable petit peuple de figurines, si élégant dans la souplesse de ses draperies, si vivant dans l'exquise variété de ses attitudes? Un instantané photographique ne sera jamais qu'une chose barbare en regard de ces spirituels instantanés plastiques.

III

Les voyages ne tiennent pas dans la vie de l'École une place moindre que les fouilles. Puisque le but de cette causerie est de comparer le présent au passé, voyons un peu comment l'Athénien voya-



Fig. 22. — Fouilles de Lagina. Transport des marbres.



Fig. 23. — Fouilles de Lagina, dirigées par l'École française sous les auspices du Musée impérial ottoman.

geait autrefois et comment il voyage aujourd'hui.

Il y a cinquante ans, l'Athénien était poète. Nouveau Chateaubriand, il s'en allait en pèlerinage à



Fig. 21. — Eugène Gandar et deux serviteurs de l'École en 1848 : à droite, Athanasios ; à gauche, le vieux Petro, célèbre par About (d'après un daguerréotype de Mme Eugène Gandar).

tous les lieux saints de l'Antiquité classique et il y communiait avec l'âme de Sophocle ou d'Homère. En 1849, Gandar et ses collègues passent huit jours

plér, du haut des pentes ensoleillées du Taygète, l'îlot témoin des faiblesses d'Hélène. L'Athénien de 1898 a toujours le droit d'être poète ; mais on lui demande en plus d'être érudit. Quand Gabriel Millet se rend à Mistra (fig. 28 et 30) ou à Monemvasie, c'est pour y étudier les monuments byzantins et faire avancer une partie, trop longtemps négligée, de la



Fig. 23. — Un Athénien précédé de son agoyale.

science. Il y a un demi-siècle, l'Athénien excur-sionnait ; aujourd'hui, il explore.

Son équipement s'est transformé. Le voici en 1847 : « On prend un vaste chapeau de paille ; on s'arme contre les chemins et contre les mâtins du pays d'un gourdin énorme. On se passe en sautoir : 1^o une bouteille d'osier, pleine d'eau et de raki (espèce d'eau-de-vie) ; 2^o une longue et large boîte en fer-blanc, peinte en vert, où l'on ramasse les



Fig. 26. — Caïques à l'ancre dans le port de Mykonos (Archipel).

dans la vallée de l'Eurotas, sans autre occupation que de se rappeler Léonidas et Lysurgue, d'écouter bruir l'eau des cascades et de contem-

pleurs, les plantes, les morceaux de marbre, les coquillages, les médailles, les vieux clous, les ferrailles antiques, les tortues et autres bêtes curieuses.

On met dans la poche gauche du paletot un morceau de pain et des olives, dans la droite un pistolet et dix cartouches. Mais notez qu'on use plus volontiers et plus ordinairement de la gauche que de la droite, et que jusqu'ici nos cartouches nous ont uniquement servi à épouvanter les corbeaux de l'Attique » (Grenier, lettre inédite du 27 avril 1847.)

fermé aux deux bouts et divisé en deux compartiments : le corps et le couvercle.

Dans le corps, on loge le papier destiné à rapporter l'empreinte des inscriptions et une ou deux broches destinées à enfoncer la surface de la feuille dans les creux des lettres gravées sur le marbre; le couvercle,



Fig. 27. — Arabas, sur la route d'Apanée à Dorylée (Phrygie).



Fig. 28. — Vue de Mistra, au pied de Taygète.

En 1898, la boîte de l'herboriste a fait place au sable pour détremper le papier et le rendre propre à l'estampage.

Quel que soit le mode de locomotion adopté par le | brûlante des hauts plateaux de l'Asie Mineure : voyageur archéologue ; qu'il navigue en caïque dans l'Archipel (fig. 26) ; qu'il parcoure, à dos de mulet, sous la conduite d'un agoyate (fig. 25), les plaines de la Thessalie ou les montagnes du Péloponèse ; qu'il escale, flanqué d'un zaptié et précédé d'un qatirdji, les sentiers du Taurus ; qu'il chemine, le | ké reste le compagnon fidèle. Il sert tour à tour le dénéké est là. A la halte, quand on fait la sieste sous un arbre ; en cours de route, quand un monument est signalé ; au gîte, quand on met en ordre le journal de voyage ; au yaïla, quand on mange une écuelle de yaghourt au bord du ruisseau, toujours et partout, le déné-



Fig. 29. — Découverte d'un piédestal à inscriptions en Phrygie.



Fig. 30. — Vue de Mistra, près de Sparte.

dos meurtri par les planches sans ressorts d'une | de gamelle, de bibliothèque, d'outre, de guéridon, araba (fig. 27), à travers l'immense désolation | de terrine, d'oreiller et de bureau de tabac. On y

fait sa soupe et ses ablutions. C'est un meuble protéiforme, plus encombrant, mais aussi plus varié, plus complet et plus spirituel que la musette du soldat.

Où n'a pas pénétré le dénéké de l'École française? Albert Dumont, Bayet, Monceaux, Dürrbach, Fongères, Bérard l'ont porté en Macédoine et en Thrace, du Pinde à l'Atlios et du Pénée au Danube. Heuzey, ce modèle achevé de l'explorateur athénien, l'a fait rayonner en Acarnanie, autour des magnifiques ruines de Stratos (fig. 31). Diehl, Cousin et Des-

s'en saisir. Tantôt on se heurte au « banabaq » ignorant ou avide, qui s'imagine que le grimoire qu'il détient renferme l'indication d'un trésor et qui refuse de vous le laisser copier ou exige une rançon exorbitante. Tantôt, on est traqué par le fonctionnaire lurt, astucieux et besoigneux, qui veut un baghchich et vous fait dire par un tchaouch ou un yuz-bachi, au moment où vous saisissez votre crayon et votre carnet, le fatidique: « Olmaz! ». Mais, s'il est vrai que « dans la marine on se débrouille », comme nous le répétait souvent un



Fig. 31. — Murs d'enceinte de Stratos.

champs l'ont promené en Carie, Maxime Collignon en Pamphylie et en Pisidie, Georges Perrot dans la sauvage nécropole des rois de Phrygie (fig. 29 et 33) et les morne steppes d'Angora. Notre génération l'a fait chevaucher de Brousse à Ezani, de Sardes à Cyzique, de Tralles à Laodicée, d'Adalia à Koniah, de Karaman à Kaisarieh, d'Érègli à Tarse, de Mersina à Selekke, d'Ermenek à Alaya. Perdrizet et Fossey l'ont montré en Syrie, à l'orée du désert de Palmyre.

Comme toutes les chasses, la chasse aux inscriptions est passionnante et difficile. Il faut du flair pour dénicher un gîte épigraphique; il faut du sang-froid, de la patience, de l'habileté, de l'énergie pour

des lieutenants de l'amiral Courbet, on se débrouille aussi dans l'épigraphie.

Ne demandez jamais, par exemple, à un Athénien de faire le panégyrique de l'administration turque. Nous avons tous plus ou moins de méfaits à lui reprocher. Un jour, à Somah, non loin de Pergame, je fus appréhendé au collet par une paire de gendarmes et ramené comme un brigand, entre deux fusils à répétition bourrés de cartouches, jusqu'au konak du kaïmakam. Mon dénéké et moi, nous parcourûmes trois kilomètres à pied, dans cette posture, tout cela parce que j'avais bucoliquement copié l'inscription d'une fontaine. Si son Excellence le sous-préfet ne me précipita pas sur

la paille humide des cachots, cela tient à ce que ma connaissance de la langue d'Ertoghul était suffisante pour me permettre une abondante variété d'injures. Le délit d'outrages aux représentants de l'autorité publique est considéré en Turquie comme l'indice d'une conscience sûre de soi et il vaut incontinent à l'étranger qui en use la considération du potentat qui en est l'objet. Offense en deçà du Bosphore ; aménité au delà. Il paraît, du reste, que, depuis les affaires arméniennes, on ne peut plus

épigraphiste, philologue, l'Athénien d'aujourd'hui célébrera son jubilé dans une ennuyeuse redingote ou un maussade habit noir. A demi diplomate, l'Athénien d'il y a cinquante ans avait un costume semi-diplomatique, qu'il portait avec grâce et désinvolture, et qui lui permettait, non seulement de toucher le cœur des petites nièces d'Aspasie, mais encore de caracoler, à son avantage, dans les cérémonies officielles, entre les officiers de vaisseau et les « damerets » de la carrière.



Fig. 32. — Paysans arcadiens ayant travaillé aux fouilles de Tégée.

se permettre ces gentillesses avec les bons amis de Guillaume II.

IV

On voit que la science, au moins la science militante, pratiquée au grand soleil des routes, n'est nullement ennemie de la joie. C'est grâce à ces battues de trappeurs, avec leurs fatigues et leurs charmes, leurs dangers aussi, avec leurs couchers à la belle étoile sur la terre rude, avec leurs fricots déconcertants et innombrables, que l'École du cinquantenaire peut lutter de pittoresque avec l'École de la fondation. Car celle-ci est fort supérieure à celle-là sur le chapitre des chapeaux. Archéologue,

Cet élégant uniforme, mélange harmonieux de blanc et de noir, était, nous assure-t-on, d'une gravité, d'une dignité incomparable. Il se composait essentiellement de trois pièces : un frac, que rehaussait une décoration d'officier d'Académie, un tricorn orné d'une cocarde tricolore, et une épée qui battait innocemment les jambes.

Le frac, noir et frangé de broderies noires, moulait finement la taille. Sur le côté gauche de la poitrine brillait une large palme d'argent barrée par une palme bleue. Cela jouait à merveille le crachat diplomatique et tenait lieu de Dragon vert ou d'Éléphant blanc. L'épée était un gracieux bijou : « Poignée de nacre, ciselure de cuivre,

jouant l'or et représentant une Minerve, une couronne de France, et des rameaux de chêne et d'olivier. » Grenier, lettre inédite du 9 février 1848.)

Frac, épée et tricorné furent étrennés le 1^{er} janvier 1848, à Patissia, dans les salons de la Légation de France, avec un effet prodigieux. Il paraît qu'en cette circonstance mémorable, la Marine fut éclipsée par l'Université.

Un mois plus tard, au bal de la Cour du 6 février, seconde inauguration, plus éblouissante encore. « Ce qu'il y a de piquant », raconte l'homme d'esprit de la promotion primitive l'École a toujours eu des hommes d'esprit), « c'est d'étudier la physiologie particulière que chacun conserve sous ce

L'effet était manqué. Arrivant trop tôt, nous aurions traversé des salles désertes et n'aurions eu pour admirateurs que des valets. Nous avons été assez heureux pour saisir le juste milieu. Il y avait du monde; mais cependant on pouvait circuler librement et en évidence, dégagés et visibles des pieds à la tête. Nous avons fait une nalté dans l'antichambre, mis la dernière main à nos moustaches, arrondi gracieusement notre bras droit sur notre chapeau posé de sorte que l'on vit nos glorieuses couleurs, et puis, la tête haute et la main gauche à la garde de l'épée, nous avons débouché bravement dans le premier salon, et, du même pas, dans le second, et du second dans le troisième.



Fig. 33. — Tombeau rupestre à Tchoukourdja dans la nécropole des rois de Phrygie.

harnais commun. L'un a l'air d'un officier de marine; l'autre, d'un marquis contemporain du duc de Richelieu; le troisième, d'un sous-préfet; le quatrième, d'un séminariste; le cinquième, d'un chirurgien; le sixième, de rien du tout, et le septième — vous devinez que c'est moi, ma modestie me commandant de me nommer le dernier. — M. Piscatory prétend que je lui représente un conseiller d'État de la section de législation, c'est-à-dire un homme tout à fait grave, un homme qui a travaillé au code Napoléon. »

« Venons », continue Grenier, « à notre entrée. Nous avons choisi notre heure avec une habileté qui ferait honneur au diplomate le plus consommé. Arrivant tard, la foule eût été compacte, imperméable. Nos palmes et nos épées disparaissaient. Nos sept têtes se noyaient dans ces flots de têtes.

Nous avons parcouru ainsi toutes les salles qui se sont trouvées ouvertes devant nos pas. Nous avons failli pénétrer jusqu'au cabinet de toilette de la reine. On voyait déjà que les gens du château prenaient l'alarme. Mais, parvenus à cette porte sacrée, nous avons respectueusement fait volte-face, et traversé une seconde fois tout ce que nous avions traversé une première. Après quoi, nous avons rompu les rangs. Ça été une marche triomphale.

« On nous considère, on nous prise plus en frac qu'en habit de ville. Nous avons rencontré là une foule d'amis modestes, discrets, que nous ne nous connaissons pas, qui nous adoraient dans le silence, nous admiraient dans le secret de leur cœur, mais qui n'avaient jamais trouvé une occasion de nous exprimer leurs sentiments d'affection profonde et de haute estime. Cette occasion s'est offerte

dimanche. La Faculté d'Athènes, émerveillée et jalouse, médite un costume semblable. Le Roi lui-même a été très aise de nous voir ainsi. Il a abordé deux de nos camarades, honneur qu'il ne nous avait jamais fait, et il s'est oublié si longtemps à causer avec eux, que la Reine a été obligée de lui dépêcher un exprès pour lui déclarer qu'elle désirait danser et qu'elle était à bout de patience. Ce bon roi Othon a eu l'ingénuité de croire que nos couleurs blanches et bleues étaient les armes de la Grèce. Ce n'est pas moi qui le désabuserai. O mon habit, que je vous remercie ! Si M. de Salvandy reste au ministère, il imposera ce costume aux universitaires. » (Lettre inédite du 9 février 1848.)

L'uniforme ne fut pas sans causer de tracas au gouvernement. Dans les dossiers de l'École, à Paris, figure une requête dont l'auteur, un certain Striber Mock, brodeur, établit que « M. About, professeur à l'Académie française à Athènes », lui a commandé un costume officiel. Pour en exécuter les broderies, notre industriel plein de conscience demande à consulter les dossiers, textes et règlements déposés aux archives du ministère de l'Instruction publique. Les bureaux ont beau lui dire qu'il n'y a ni dessins, ni textes, ni règlements ; il s'acharne. Il allègue qu'il paie une patente de 300 francs, qu'il alimente l'État, qu'il a une nombreuse famille à nourrir, que son client s'impatiente et que, si l'on n'a pas pitié d'un honnête contribuable, c'est une affaire perdue... Au risque de contrister ceux qui aiment que toute comédie ait son dénouement, je dois confesser qu'il m'a été impossible de savoir quelle fut la fin de l'aventure du pauvre Shylock.

De nos jours, l'École ne met plus au supplice les brodeurs. L'uniforme est tombé en désuétude, au grand regret de quelques-uns. Je me rappelle encore les discussions passionnées qui s'élevèrent, à table, sur ce sujet brûlant, entre les ennemis du galon, dont j'étais, et ses partisans enthousiastes, à la tête desquels se plaçait Gaston Deschamps. Mais, pour être tumultueux, nos débats n'allèrent jamais jusqu'à l'éruption volcanique et je n'ai pas souvenir que nous ayons imité nos anciens de 1847, dont les disputes, à ce que m'a conté M. Charles Lévêque, étaient parfois émaillées de projectiles. Emporté par sa verve étourdissante, Grenier, la polémique faite homme, appuyait volontiers ses arguments d'une grêle de pommes de terre frites.

La petite république athénienne n'a jamais été une Salente très calme. Je pourrais vous citer cinq ou six membres de l'Institut, admirés aujourd'hui par la noble sérénité de leur sagesse et l'austère beauté de leurs travaux, qui, sous les oliviers blens de la prudente Minerve, se sont jadis agités comme des

diablos. Savez-vous, par exemple, que, durant la canicule de 1847, l'auteur de la *Science du Beau* trempa dans une série de conférences secrètes et de mystérieux conciliabules, dont le résultat fut la constitution d'un triumvirat qui substitua, pendant quelques semaines, à la libre vie parlementaire, les rigueurs d'un régime césarien ?

En 1858, ce ne fut plus à l'autorité du camarade doyen d'âge, mais à celle du directeur qu'on s'en prit. M. Homolle conte ainsi la chose : « Membres et directeur avaient invité, pour le même jour, les uns à déjeuner, l'autre à dîner, les officiers du stationnaire français du Pirée. L'agora n'était pas en ce temps-là des mieux approvisionnées ; le cuisinier ne trouva qu'un bar et, comptant sur le marché du soir, le servit au déjeuner. Mais la marée manqua et le directeur se plaignit d'avoir été sacrifié. On se piqua ; on s'échauffa : à l'interdiction de recevoir, sans permission, ni visiteurs, ni hôtes, on répondit en se retirant à l'hôtel. » Le ministère ne parla de rien moins que de dissoudre l'École. Heureusement qu'après soixante jours de tranchée ouverte, les insurgés rentrèrent dans le devoir. Faut-il livrer à la postérité les noms de ces révolutionnaires ? Des trois chefs du mouvement, l'un est aujourd'hui conservateur des Antiquités orientales au Musée du Louvre, et la France doit à son habile diplomatie l'acquisition d'incomparables chefs-d'œuvre ; le second revêtit l'habit ecclésiastique et fonda l'École Bossuet ; quant au troisième, je ne sache pas qu'il se soit fait non plus une spécialité de prendre à rebrousse-poil les gouvernements : c'est le directeur actuel de l'École Normale.

Depuis la fronde de 1858, l'intimité des membres de l'École avec la Marine a souvent causé du souci à la Direction. M. Foucart, en particulier, frémissait d'impatience quand il voyait affluer au pied du Lycabette les favoris du *Vauban* ou les moustaches du *Rigault-de-Genouilly*. Sans doute, au dessert, les parties de jacquet se sont prolongées parfois plus que de raison et le récit des mille et un mariages de Loti sous toutes les latitudes du globe a pu retarder l'achèvement du *Mémoire* et faire oublier l'article du *Bulletin*. Mais, n'est-ce pas un exercice salutaire, pour un archéologue, que de sortir de ses estampages et de grimper, comme un mathurin, par les haubans d'un vaisseau de guerre, jusqu'à la pomme du grand mât ? Henri Lechat et moi nous possédons un brevet de gabier qui nous fut décerné, pour une prouesse de ce genre, par les quartiers-maitres de la *Victorieuse* et nous avons la faiblesse de tenir quasi autant à cette plaisanterie sentant le goudron qu'à nos parchemins universitaires, qui, eux, ne nous rappellent pas de frais souvenirs de plein air et d'insouciance gaieté.

V

Quand M. de Salvy fonda l'École d'Athènes, il s'inspira de l'École de Rome et voulut faire pour les lettres ce que Colbert avait fait pour les arts. Dès l'origine, une section des Beaux-Arts fut créée à l'École d'Athènes pour les pensionnaires architectes de la Villa Médicis, et, depuis 1847, il n'y a guère eu d'année où le « Romain » ne soit venu occuper chez nous son « graphio ». Par un échange de bons procédés, l'Athénien qui traverse l'Italie pour se rendre à son poste a le privilège d'être, à Rome, l'hôte de l'Académie de France.

Dès son arrivée au Pincio, le massier le conduit à sa chambre, qui porte toujours une dénomination pittoresque (la miennne s'appelait le « tombeau étrusque »), et le présente d'atelier en atelier. Le tutoiement est de rigueur. Chez le peintre, le sculpteur ou le musicien qu'on n'avait jamais vu et dont on examine pour la première fois la barbe de fleuve ou la moustache en croc, la même main cordiale se tend avec une simplicité robuste : « Tiens, c'est toi, l'Athénien ? Assieds-toilà, mon vieux ! »... Oh ! le charme de cette franche camaraderie ! Oh ! les joyeuses parties de boule ou de *ruzzica* sous les pins parasol ! Oh ! les discussions véhémentes à la table commune, dans cette salle des portraits où les murs sont tapissés des gloires de la maison et où le médaillon de l'Athénien prend sa place lui aussi ! Oh ! les « charges » sans nombre, les unes en action, machinées comme une pièce de Labiche, les autres graphiques, sous forme de caricatures, qu'on fait circuler pour voir quelle tête vous avez quand on se paie la vôtre ! Oh ! les solides amitiés qui se nouent là, et comme on quitte à regret ce milieu sincère et vibrant !

On se quitte, mais on se retrouve. L'architecte est le collaborateur rêvé de l'Athénien. Plus d'un bel ouvrage est né de cette union intime de l'art et de la science : la *Macédoine* d'Heuzey et Daumet ; la *Galatie* de Perrot et Guillaume ; les *Céramiques* de Dumont et Chaplain ; l'*Olympie* de Laloux et Monceaux ; l'*Épidaure* de Defrasse et Lechat. Il n'y a pas de grande fouille athénienne sans son architecte romain : Néot est l'architecte de Délos ; Tournaire, celui de Delphes ; Thomas et Pontremoli sont ceux de Didymes.

Ce n'est donc pas uniquement son jubilé propre que l'École célèbre, ce sont aussi ses noces d'or avec l'Académie de France. Déjà les présents sont là. Sur une de ces médailles où le grand artiste Roty unit la force de la pensée moderne à la grâce de la forme antique, une jeune fille, harmonieusement drapée dans les plis d'une tunique grecque, se montre de profil dans une tranchée. Elle tient à la

main une statuette qui vient de sortir de terre ; à ses pieds, une pioche, et, près du fût de colonne où elle s'est assise pour contempler sa trouvaille, des vases antiques ; à gauche, les soulassements d'un temple ; dans le fond, un paysage, avec des édifices byzantins ; en exergue, la devise : « Pour la Science ; pour la Patrie ». — Sur le revers, une silhouette de l'Acropole ; une palme avec ces deux dates : 1846-1898 ; de chaque côté du faisceau de feuillage, les noms des cinq directeurs : Daveluy, 1846 ; Burdoux, 1867 ; Dumont, 1873 ; Foucart, 1878 ; Homolle, 1891 ; au-dessous, encadrée par le titre : « ÉCOLE FRANÇAISE D'ATHÈNES », une vue des bâtiments construits de 1872 à 1874. C'est là, sur cette façade représentée par l'artiste, qu'aux tièdes souffles d'avril l'École reconnaissante fera sceller le monument exquis et impérissable de l'amitié romaine.

Pourquoi cette fête de l'art ne sera-t-elle pas plus largement la fête de l'érudition ? Pourquoi le cinquantenaire athénien ne coïncidera-t-il pas avec le premier congrès international d'Archéologie classique ? Il appartenait à l'École française, la plus ancienne de toutes les missions savantes établies en Grèce ou en Turquie, de prendre l'initiative de ces grandes réunions périodiques où l'on enregistre les découvertes, où l'on discute les questions de méthode, où l'on organise et où l'on réglemente le travail. Cela se serait fait l'an passé, sans la guerre qui a désolé l'Orient ; cela se serait fait cette année, si la Thessalie avait pu être évacuée, la Crète pacifiée, la Grèce heureuse et calme.

Cela se fera sans doute quelque jour, avec le concours de l'Université d'Athènes et des Écoles archéologiques étrangères, toutes attachées comme nous à l'œuvre du progrès scientifique, toutes prêtes à reconnaître, dans une confraternité cordiale, nos droits d'ancienneté. Les vrais Athéniens, ceux qui aiment à la fois l'École, la Science et la Grèce, ne ménageront pas leur peine pour faire aboutir un projet si utile. Ils savent que l'avenir est et sera de plus en plus aux hommes d'action. Ils savent que l'esprit d'indifférence ou d'hypercritique n'a jamais rien fondé. A leur appel affectueux, les érudits, les curieux, les amateurs de France viendront se mêler, autour de l'Institut de Correspondance hellénique fondé par Albert Dumont, aux savants grecs, et dans cette Athènes, qui est redevenue un foyer de culture et de vie, sous le clair soleil dont la caresse a si chaudement doré les marbres du Parthénon, les archéologues des deux mondes célébreront leurs jeux olympiques.

Georges Radet,

Professeur à l'Université de Bordeaux.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS DE L'INDUSTRIE DU FER ET DE L'ACIER BRUTS EN FRANCE

DEUXIÈME PARTIE : FABRICATION DE L'ACIER

Dans un premier article¹, nous avons décrit les procédés de fabrication de la fonte; nous allons maintenant passer en revue les méthodes qui ont pour but l'obtention de l'acier.

I. — PROCÉDÉ BESSEMER.

L'invention de sir Henry Bessemer a été brevetée en 1855. Mais elle ne réussit à se développer qu'après la découverte, faite par Mushet, en 1862, du raffinage et de la recarburation par les produits manganésés. Dès lors, le procédé Bessemer prit un essor extraordinairement rapide aux dépens du puddlage. Il restait encore un perfectionnement à inventer pour en généraliser l'emploi : avec le garnissage siliceux, seul employé au début, la déphosphoration n'était pas possible, et il était indispensable de traiter des fontes pures. L'invention, faite en 1880 par MM. Thomas et Gilchrist, du garnissage basique, combla cette lacune; elle multiplia les applications du convertisseur Bessemer, désormais propre à traiter les fontes phosphoreuses, étendit considérablement les emplois de l'acier, en accélérant la décadence du fer, et permit de mettre en valeur d'immenses gisements, tels que ceux de la Lorraine.

Bien que les progrès permettent de passer au convertisseur des fontes très diverses, celles-ci doivent répondre, en vue d'une bonne fabrication, aux conditions suivantes :

Avec le garnissage acide, le phosphore et le soufre ne s'éliminent : pas il faut donc des fontes pures, tenant un peu de manganèse; d'autre part, c'est, comme nous le verrons plus loin, la combustion des impuretés qui fournit la chaleur nécessaire à la fusion de l'acier; or, en garnissage acide, il n'y a comme impureté que le silicium; il en faut donc une certaine proportion dans la fonte. Les fontes dites « Bessemer » au coke, sont des fontes grises, pures de soufre et de phosphore, tenant 1 à 2 % de manganèse, et 2 % de silicium, en moyenne. On a cependant abaissé cette teneur à 0,8 % aux États-Unis; mais il faut alors une marche très rapide.

Avec le garnissage basique, il faut que la scorie tienne très peu de silice; il faut donc que la fonte

tienne très peu de silicium; le combustible sera précisément l'impureté qu'il s'agit d'éliminer : le phosphore. Mais ce métalloïde ne commence à s'éliminer que vers la fin de l'opération : il faut donc, pour le début, un autre combustible, qui sera le manganèse. Les bonnes fontes dites « Thomas », tiennent au moins 2 % de phosphore, 2 à 3 % de manganèse, très peu de silicium (0,3 % si possible, 1 % au maximum), et une trace de soufre.

Le principe de l'opération Bessemer consiste à affiner la fonte liquide par un courant d'air froid très divisé. Les premiers essais de l'inventeur furent faits dans un creuset où l'air était insufflé par une tuyère plongeante. Aujourd'hui, les *convertisseurs*, ou *cornues*, sont de vastes capacités qui traitent en une opération jusqu'à 13 tonnes de fonte.

Le convertisseur (fig. 1) se compose d'une partie cylindrique, surmontée d'un *bec*; dans les anciens appareils, ce bec était excentré : on préfère aujourd'hui les appareils symétriques, à bec droit. Le *fond*, qui s'use plus rapidement que le *corps* du convertisseur, et qui comporte des réparations fréquentes, est toujours amovible, retenu à la partie supérieure par des clavettes. Il comprend lui-même deux parties, et se termine à sa base par la *boîte à vent* E, d'où l'air soufflé se répartit dans les tuyères D. La *ceinture* G, qui fait corps avec l'enveloppe de la partie cylindrique, porte deux *tourillons* autour desquels oscille l'appareil tout entier, sous l'action d'une crémaillère hydraulique.

Le convertisseur est constitué par une enveloppe en tôle, et un garnissage intérieur B, dont la confection comporte les soins les plus minutieux. Dans l'opération acide, il est constitué par un pisé de quartz en morceaux agglomérés avec de l'argile, ou bien de grès argileux ou même de pierre menlière, damé avec soin, puis séché en place. Dans l'opération basique, le pisé est fait de dolomie calcinée, agglomérée au moyen de dolomie crue, ou mieux, de goudron.

Le fond est traversé par des tuyères verticales, qui font communiquer la boîte à vent avec le convertisseur proprement dit; les tuyères, faites en brique siliceuse, sont percées chacune d'une dizaine de trous; autour d'elles, le garnissage du fond est constitué, soit par du pisé, soit par des briques pleines. Le séchage et la cuisson des fonds

¹ *Revue générale des Sciences* du 15 mars 1898.

sont des opérations également délicates et d'une importance capitale.

Le revêtement de la cornue proprement dite exige des réparations partielles après une centaine d'opérations; sa durée totale est variable : elle peut atteindre 14.000 opérations, mais s'abaisse parfois

de remplacer partiellement les tuyères pendant la durée d'un fond.

La capacité des convertisseurs est réglée de ma-

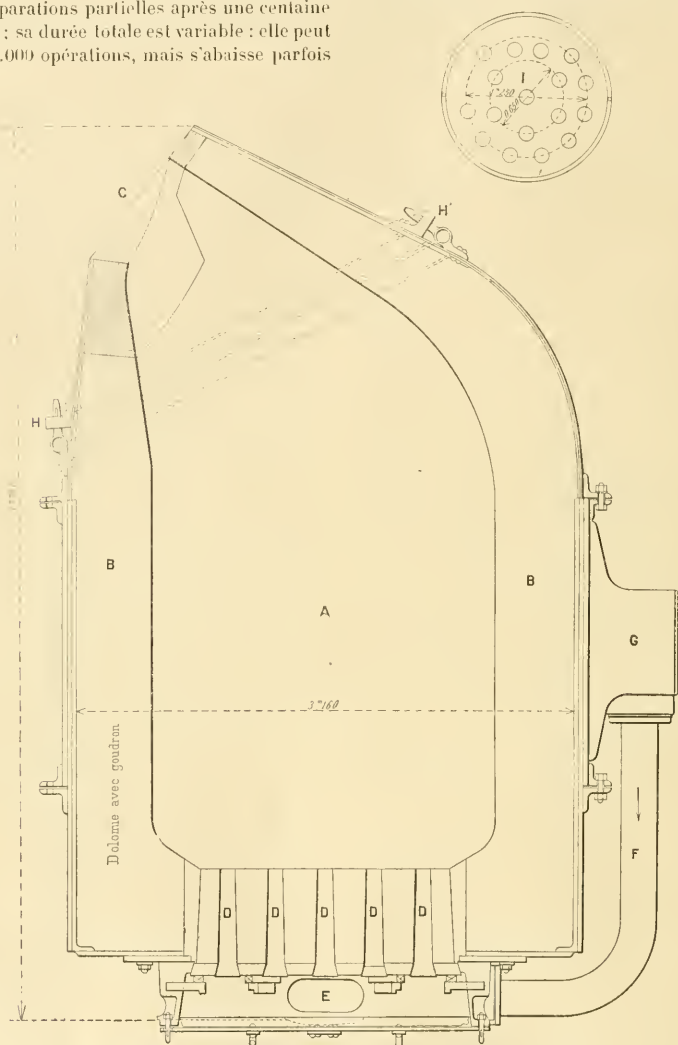


Fig. 1. — *Convertisseur Bessemer.* — A, cornue; B, garnissage en pisé; C, gueulard; D, tuyères; E, boîte à vent; F, conduite de vent; G, ceinture; H H', clavettes d'assemblage; — I, coupe du fond.

à 400; elle était autrefois beaucoup moindre en marche basique qu'en marche acide; mais les progrès récents ont supprimé cet écart. Les fonds durent rarement plus de 20 coulées; il faut donc les remplacer souvent; encore y a-t-il lieu parfois

nière que la charge fondue occupe, sur le fond, une hauteur de 40 à 50 centimètres; qu'au-dessus, la hauteur soit suffisante pour retenir les projections. Il en résulte une capacité totale de 1 à 2 mètres cubes par tonne de charge. Les convertisseurs

symétriques destinés à passer 12 à 15 tonnes ont 3 mètres de diamètre extérieur, 2^m,90 de hauteur au-dessus des tourillons, 1^m,70 entre les tourillons et le fond; le garnissage des parois a 0^m,30 d'épaisseur, et le fond, 0^m,50; le bec a un diamètre intérieur de 0^m,65.

On voit par ces indications quelle est l'importance des installations mécaniques nécessitées par la manœuvre d'appareils de cette capacité. Ajoutons que le convertisseur doit être doublé d'une soufflerie capable de fournir 300 mètres cubes d'air par tonne de fonte traitée, — soit 300 à 350 mètres cubes par minute, — et d'élever la pression de cet air à 2,5 ou 3 atmosphères.

La fonte doit être chargée liquide dans la cornue; souvent on opère cette fusion dans des cubilots, dits de deuxième fusion, d'où le métal est dirigé, dans des chénaux, vers le bec du convertisseur. Pour éviter les frais de cette opération, on préfère aujourd'hui marcher en première fusion : la fonte, au sortir des fourneaux, est coulée dans des poches qui la versent dans des mélangeurs, récipients dont la capacité atteint, et dépasse même 150 tonnes; et c'est là que de nouvelles poches viennent la puiser pour la déverser dans les cornues. Ce dispositif devait avoir, dans l'esprit de ses inventeurs, le double avantage de faire l'économie du cubilot, et d'obtenir, malgré l'irrégularité, impossible à éviter, de la marche des fourneaux, un produit toujours homogène. La pratique a montré qu'un nouvel avantage s'ajoutait aux deux premiers : lorsque la fonte tient suffisamment de manganèse, le sulfure de manganèse, qui n'avait pas eu le temps, au haut fourneau, de se séparer de la fonte, se liquate dans le mélangeur, si le séjour de la fonte y est suffisamment prolongé, et se rassemble à la surface; le mélangeur agit donc comme désulfurant; il permet en pratique d'éliminer 45 % du soufre, lorsque la teneur ne dépasse pas 0,2 %.

Examinons maintenant quelles sont les réactions qui se passent dans la cornue.

Nous avons vu, au début de cette étude, que la température avait, sur l'ordre de l'affinage, une influence capitale : à température modérée, le silicium et le manganèse s'éliminent rapidement, comme au four à puddler; à très haute température, le départ du carbone précède celui de ces deux corps; quant au phosphore, il ne s'élimine qu'après le départ du carbone : au début de l'opération, la scorie n'est pas encore formée, et ne peut avoir son effet déphosphorant; et vers la fin, l'élévation de température a renversé l'ordre de l'affinage.

Comment peut-on agir sur la température de l'opération? Un premier moyen consiste à couler la fonte plus ou moins chaude; un second consiste

à conduire l'opération plus ou moins vite, de manière à faire intervenir l'influence relative du rayonnement, et à prolonger plus ou moins les intervalles entre les opérations. Mais la nature de la fonte et sa teneur en impuretés concourent, dans une mesure bien plus importante, à régler la température de l'opération.

On a cherché à calculer la chaleur dégagée par la combustion de ces divers corps, et à évaluer l'augmentation de température due à cette combustion. Un pareil calcul est difficile, car on ne connaît exactement ni la chaleur de séparation des impuretés combinées avec la fonte, ni la chaleur de formation de la scorie, ni les chaleurs de combustion des corps à l'état liquide, ni les chaleurs spécifiques à la température du fer fondu (1.600° C.), ni la quantité d'air soufflée en excès. A poids égal, le corps dont la combustion produit la plus forte élévation de température d'un même poids de métal, est le silicium; le phosphore vient ensuite; puis, avec un effet bien moindre, le manganèse, le fer, et enfin le carbone.

Ces principes posés, étudions les faits.

Un premier type d'opérations correspond à ce qu'on appelait autrefois la méthode anglaise : la fonte, tenant 2 % de silicium, et moins de 1 % de manganèse, est coulée peu chaude. On donne le vent; on redresse la cornue; le silicium et le manganèse s'éliminent rapidement; après leur départ, la flamme, de jaune rougeâtre, devient blanche et plus éclatante : c'est la période de décarburation, à laquelle succède un racourcissement brusque de la flamme, qui, suivant l'expression consacrée, *rentre* dans la cornue. Bientôt apparaissent des fumées rousses épaisses : c'est le fer et le manganèse qui brûlent, l'affinage est terminé; l'opération a duré en tout environ vingt-cinq minutes.

Il reste alors à procéder au *raffinage* : le bain est oxydé, et il est dépourvu de carbone. Une addition manganésée permet de remédier à ce double inconvénient : le manganèse absorbe l'oxygène et se scorifie, tandis que le carbone de l'alliage reste dans l'acier. Si l'on veut obtenir un acier dur, on constitue l'addition de spiegel, dont la teneur en carbone est forte par rapport à la teneur en manganèse; si on veut un acier doux, on ajoute du ferro-manganèse plus riche en manganèse. Le spiegel, dont on ajoute 5 à 10 % du poids du métal, est préalablement fondu dans un cubilot; le ferro-manganèse s'ajoute à l'état solide.

Lorsque les fontes sont moins riches en silicium, et plus riches en manganèse — comme le sont, par exemple, les fontes légèrement phosphoreuses, — il faut marcher plus vite et couler la fonte très chaude. Tel était le cas dans la méthode dite alle-

mande, où les fontes tenaient 1 à 3 % de manganèse avec 0,10 à 0,15 % de phosphore, avec 1,3 à 2 % de silicium. On les coulait dans la cornue à 1.400° C. environ. Dans ces conditions, les deux premières périodes ne sont plus distinctes; le carbone commence à s'éliminer en même temps que le silicium et le manganèse, et l'affinage se trouve achevé après un soufflage de onze à dix-huit minutes.

En Amérique, où on passe au convertisseur des fontes très peu siliceuses la teneur en silicium s'abaisse à 0,8 % et pures, en allure très rapide, les réactions sont à peu près les mêmes que dans ce dernier cas. Le silicium commence de suite à s'éliminer; le départ du carbone commence deux minutes après, et l'affinage est terminé en dix minutes.

En marche basique, on charge la fonte très chaude, après avoir versé dans la cornue de la chaux pure et bien sèche. La période des étincelles est courte et le départ du carbone commence peu après le début de l'opération. Mais, lorsque la décarburation est achevée, la teneur en phosphore s'est à peine abaissée. Il faut alors continuer à souffler; c'est la période dite de *sursoufflage*, où le fer brûle avec une fumée rouge intense, en même temps que le phosphore passe dans la scorie. Une fois le phosphore éliminé l'affinage total dure environ vingt minutes; il faut décroasser avant le raffinage: car le manganèse réagirait sur la scorie et réduirait le phosphore qui rentrerait dans le bain.

Telles sont, en quelques mots, les réactions qui se produisent dans la cornue. Le cadre de cette étude ne nous permet pas d'insister sur la conduite de l'opération; disons, seulement, que les fondeurs ont à leur disposition quatre moyens pour la suivre, et pour apprécier la fin de l'affinage et la proportion des additions: l'aspect de la flamme, l'examen de cette flamme au spectroscope, l'aspect de la scorie, et les essais de pliage et de cassure rapidement exécutés sur de petits lingots de métal.

La puissance de production d'un atelier est considérable; pour être assuré d'une fabrication continue, il est bon d'avoir toujours, pour un appareil en marche, deux appareils de rechange, dont un prêt à recevoir une coulée, et l'autre, s'il y a lieu, en réparation. Un groupe de convertisseurs, ainsi outillé, peut faire en vingt-quatre heures quinze opérations au moins en marche acide (avec la méthode européenne), et vingt-cinq en marche basique, ce qui correspond, avec des cornues de 15 tonnes, à une fabrication mensuelle de 10.000 tonnes de métal Thomas. En Amérique, des groupes de deux convertisseurs acides de 10 à 12 tonnes font jusqu'à cinq opérations par heure, ce qui correspond à une production de 1.200 tonnes par vingt-quatre heures ou 30.000 tonnes par mois.

Dans les statistiques industrielles, on a l'habitude de rapporter la production annuelle au nombre de convertisseurs en marche. Les deux exemples que nous venons de citer correspondent à des productions respectives de 40.000 tonnes (métal Thomas) et de 180.000 tonnes (métal acide) par convertisseur et par an. Il s'en faut qu'on atteigne couramment de pareils résultats. En 1895, la production moyenne par cornue a été, en garnissage acide, de 27.000 tonnes; et en garnissage basique de 28.000 tonnes.

Mais si sa capacité de production est considérable, le convertisseur Bessemer ne peut donner à chaque coulée qu'une quantité limitée de métal; on ne peut, avec ce procédé, obtenir de lingots supérieurs à 15 tonnes. D'autre part, cette fabrication ne comporte pas une précision absolue. Il s'ensuit que, pour certaines fabrications, soit à cause du poids des produits à obtenir, soit à cause des limites étroites imposées aux qualités du métal, le four Martin est appelé à conserver la préférence. Malgré bien des oppositions et des défiances, le métal Bessemer s'est graduellement substitué au métal soudé dans la plupart des fabrications courantes; et le métal Thomas, dont la douceur atteint celle du fer, l'a remplacé en grande partie dans la fabrication des produits marchands: poutrelles, tôles de construction, tôles de ponts, etc. Mais les cahiers des charges continuent à exiger que les tôles fines, pour chaudières ou pour navires, soient fabriquées au four Martin.

Les ateliers qui emploient de petites quantités d'acier, comme les fabriques de moulages, se sont depuis longtemps préoccupés d'adapter à leur industrie un appareil aussi maniable, aussi rapide, et aussi facile à mettre hors feu et à remettre en feu, que le convertisseur Bessemer. C'est dans ce but qu'ont été imaginés les petits convertisseurs à formes spéciales, tels que le Clapp et Griffiths, le Dany, et le Robert. Mais le refroidissement par les parois prend, dès que la capacité diminue, une influence nettement nuisible, et ce ne sont pas des dispositifs de détail, tels que les tuyères latérales, ou la giration du bain, qui peuvent compenser cet inconvénient. Une seule méthode convient aux petits convertisseurs, imaginée par M. Walrand, et modifiée par M. Legénisiel: elle consiste à réchauffer le bain, après un premier soufflage, par une addition de ferrosilicium, suivie d'un second soufflage. Par ce moyen, après avoir éliminé tout le silicium, on obtient, au moment de la coulée, un acier très chaud, propre aux moulages, ou à toute autre fabrication spéciale. Les cornues ont la forme et présentent les dispositions ordinaires: leurs capacités varient de 350 à 1.000 kilos de métal par opération.

En dehors des cas spéciaux des petites fabrications, le déchet au traitement acide ne dépasse pas 10 à 16 % du poids de la fonte; encore cette perte est-elle diminuée de 2 à 4 % par les scraps qu'on peut repasser au Martin; la perte en métal ne dépasse donc pas 12 % : elle est comparable à celle du puddlage chaud. En fabrication basique, cette perte atteint 18 à 20 %. Lorsqu'on marche en seconde fusion, le déchet est augmenté d'une perte de 3 à 4 % au cubilot.

Les scories de l'opération acide sont relativement pauvres en fer, et très riches en silice; elles sont donc généralement sans valeur, en dehors du cas où elles tiennent du manganèse. Au contraire,

M. Pierre Martin. Depuis longtemps, on cherchait à réaliser en grand la fusion, que jusqu'alors on ne pouvait effectuer qu'au creuset; l'invention de Siemens devait seule permettre d'obtenir, dans une enceinte plus vaste, la température nécessaire à cette opération.

Le four Martin (fig. 2) se compose essentiellement d'un laboratoire A ayant la forme d'un rectangle allongé, dont la sole repose sur des plaques de fonte, exposées par leur face inférieure au contact refroidissant de l'air. Cette sole est elle-même constituée par un pisé acide, reposant sur une assise de briques de silice, ou par un pisé basique de magnésie ou de dolomie, reposant sur une assise de

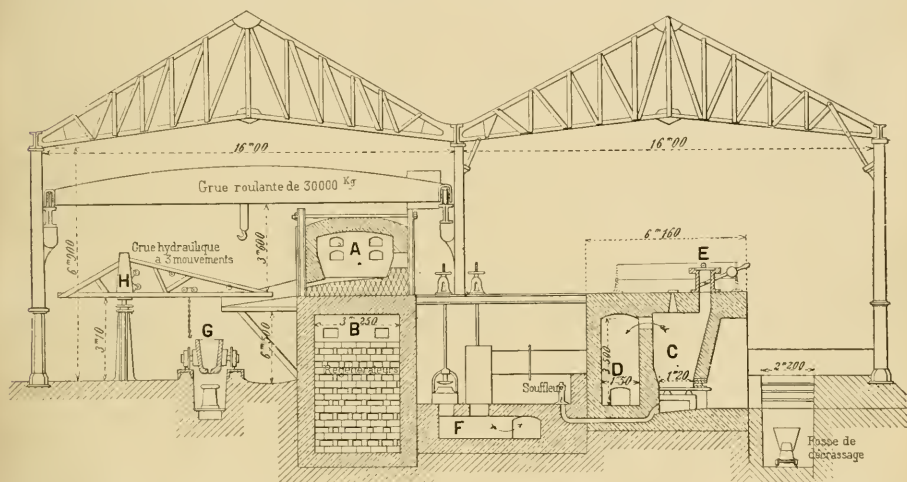


Fig. 2. — *Four Martin, coupe verticale d'une installation perpendiculaire à l'axe du four.* — A, laboratoire; B, empilages; C, gazogène; D, chambre de dépôt des poussières; E, trémie de chargement du gazogène; F, carnaux reliant les empilages aux gazogènes et à la cheminée; G, poche de coulée; H, grue de démoulage.

les scories basiques, qui représentent le cinquième ou le quart du poids de la fonte traitée, et qui tiennent généralement 15 à 16 % d'acide phosphorique et 15 à 30 % de chaux, avec peu de silice (6 à 7 %), d'oxyde de fer (11 %), de magnésie et d'alumine, constituent un excellent engrais. Les usines les vendent, finement pulvérisées, à raison de 24 à 25 francs par tonne, somme dont il faut déduire les frais de broyage, soit 4 francs à 4 fr. 50 ; c'est donc un bénéfice net de 20 à 21 francs par tonne de scorie, ou de 4 francs à 4 fr. 50 par tonne d'acier produit.

II. — PROCÉDÉ MARTIN.

La fusion de l'acier sur sole a été réalisée pour la première fois en 1863, à Sireuil (Charente), par

briques de magnésie; on la fait aussi parfois en fer chromé (brevet Valton et Rémaury), substance neutre qui résiste aux laitiers acides et basiques. La voûte est faite en briques de silice; et les piedsroits qui la relient au garnissage de la sole sont constitués, lorsque ce dernier est basique, de matières spécialement réfractaires (magnésie ou fer chromé), afin d'éviter qu'au joint il ne se produise une corrosion. Dans les longs côtés du four sont percées, du côté opposé au trou de coulée, deux ou trois portes de travail, et, du côté du trou de coulée, des portes pour réparations.

Dans les anciens fours, on affectionnait les formes de voûtes plongeantes; on les a abandonnées, et on préfère aujourd'hui les voûtes à génératrices rectilignes, parallèles à la longueur du four : cette disposition, qui répond au principe de Siemens,

du libre développement de la flamme, est aussi meilleure au point de vue de l'entretien et de la conservation de la voûte.

Les empilages B sont disposés en quatre chambres, tantôt logées au-dessous du four, tantôt distinctes du four, comme dans le dispositif Batho. Les gaz et l'air débouchent dans la tête du four par des carneaux placés au-dessus de l'autel.

Le nombre de ces carneaux, leur disposition, en une ou deux rangées, leur inclinaison vers la sole, l'angle qu'ils font avec l'axe du four, sont autant de détails dont l'importance est capitale, de même que la disposition des chambres et des empilages. Mais ce n'est pas ici la place de nous étendre sur des questions de ce genre. Disons seulement, pour terminer ces rapides indications sur la construction des fours, que ces appareils reçoivent des charges atteignant 33 tonnes. Leur capacité est réglée : 1° par la proportion de scorie que doit produire l'opération : 10 à 15 % en marche acide, 50 à 75 % en marche basique; 2° par l'épaisseur que doit avoir le bain métallique, épaisseur d'autant plus grande que l'action des gaz doit être moins oxydante, ou que la présence du minerai doit occasionner un bouillonnement plus important. Généralement la profondeur du bain, vers le milieu de la sole, est comprise entre 25 et 50 centimètres; le rapport de la longueur à la largeur varie de 3/2 à 4/3. Il y a avantage, au point de vue de la construction, à donner à la sole la plus grande longueur possible.

La fabrication de l'acier sur sole comporte deux variantes :

Le *procédé aux riblons*, le plus ancien en date, consiste à ajouter, après fusion de la fonte, des riblons (déchets de fer, d'acier, etc.). Dans cette opération, l'affinage, qui se fait exclusivement par les gaz, est relativement faible; c'est plutôt une fusion analogue à la fabrication au creuset, d'éléments divers dont le mélange réalise une composition déterminée.

Le *procédé au minerai*, inventé à Llandore (pays de Galles) en 1868, consiste à activer l'affinage de la fonte par des additions de minerai.

Quelles sont les fontes qui conviennent à ces divers traitements? En garnissage acide, les fontes très siliceuses n'ont qu'un inconvénient : prolonger l'affinage, et accroître le déchet. Elles ne conviennent donc que si la proportion de riblons est considérable; si cette proportion est faible, on recherche plutôt des fontes pures peu siliceuses.

En garnissage basique, on peut traiter des fontes d'une teneur en phosphore quelconque (il n'est pas nécessaire d'avoir, comme au Bessemer, une teneur élevée); mais il est essentiel qu'elles tiennent peu de silicium.

Examinons maintenant, avec quelques détails, la chimie du traitement sur sole.

L'emploi du minerai s'impose, pour réduire le déchet, lorsque la proportion de fonte, par rapport au poids total du métal chargé, dépasse 30 %.

On charge en général les riblons avec la fonte; après fusion on pousse graduellement la température, et, lorsque la scorie est bien fluide, on commence à ajouter le minerai, par charges de 50 à 200 kilos, jusqu'à ce qu'une nouvelle charge ne produise plus d'ébullition. On vérifie à ce moment, par des prises d'essai, que l'affinage est terminé; et, lorsque le métal est assez chaud, on procède au raffinage et à la coulée. Le poids de minerai employé varie de 18 à 25 % du poids de la fonte.

Lorsqu'on opère en garnissage basique, on charge, en même temps que la fonte et les riblons, de la castine; et on ajoute, avec le minerai, de la chaux, de manière que la scorie ne tienne pas plus de 15 à 16 % de silice; on décrasse soigneusement, comme au Thomas, avant le raffinage. Malgré la température élevée, la scorie est si réfractaire que, pour l'avoir fluide, il faut la maintenir sous une faible épaisseur; l'opération est donc très affinante, et convient particulièrement à la fabrication de l'acier doux.

Dans la fabrication sur sole, la température est assez élevée pour que le départ du carbone commence dès le début de l'opération; contrairement à ce qui se passe dans la cornue Bessemer, le phosphore s'élimine aussi dès le début.

Dans le procédé aux riblons, la fonte est chargée seule, et, une fois fondue, on porte la température au blanc, de manière que les additions de riblons, qui se font ensuite par parties, ne refroidissent pas le bain. On suit par des essais la marche de l'affinage, en faisant, suivant les indications de ces essais, des additions de matières plus ou moins carburées, ou même de minerai très pur, si on veut hâter l'affinage. Lorsqu'on cherche à marcher vite, on poursuit l'opération après la fin de l'affinage, et on raffine avant la coulée, de manière à faire disparaître l'oxygène; mais, dans les fabrications spéciales, on peut arriver, au moyen d'essais assez fréquents, et d'additions judicieusement choisies, à conduire l'opération avec une précision parfaite, et à l'arrêter à la fin de l'affinage, avant toute suroxydation, le bain ayant rigoureusement la composition voulue. Ce procédé, où l'affinage est en somme secondaire, est, sous la conduite de fondeurs habiles, d'une élasticité et d'une exactitude remarquables.

Le procédé aux riblons s'emploie en garnissage acide et basique. Cependant, lorsqu'il s'agit de traiter des fontes phosphoreuses, on préfère généralement l'emploi de l'*ore-process*. Mais la

marque basique aux riblons permet d'utiliser, pour la fabrication, de bons aciers, des déchets de fer ou d'acier phosphoreux; elle permet aussi d'obtenir, avec des matières pures, des produits de qualité exceptionnelle.

Il convient de n'employer, au four Martin, que des fontes pures en soufre; cependant cet appareil se prête à une certaine désulfuration. La durée de l'opération permet, si les fontes tiennent du manganèse, la séparation des alliages sulfureux; d'autre part, en scorie basique, il est possible de faire, dès le début de l'opération, des additions — telles que le carbure de calcium — qui sont des désulfurants énergiques. L'emploi du chlorure de calcium, signalé par M. Saniter, est à ce point de vue très satisfaisant: il permet d'obtenir, avec des fontes à 0,96 % de soufre, des aciers à 0,07 %.

Ainsi donc: bonne déphosphoration, désulfuration satisfaisante; précision dans la qualité obtenue; telles sont les caractéristiques de la fabrication sur sole. Il s'ensuit que l'acier Martin s'est graduellement substitué au fer fin, ou à l'acier au creuset, dans la plupart des fabrications de choix: tôles fines, fournitures de la guerre, acier à outils, etc.

L'acier Martin se substitue même graduellement, pour les fabrications spéciales, à l'acier au creuset. Après les perfectionnements récents de la fabrication sur sole il ne reste, en définitive, au creuset, qu'une seule supériorité incontestable: c'est d'éviter toute absorption d'oxygène par le métal.

L'inconvénient du procédé Martin, c'est son prix de revient élevé. L'affinage sur sole est lent; même en chargeant la fonte liquide dans le four, il est difficile de faire plus de quatre coulées par vingt-quatre heures; lorsqu'on charge la fonte solide, en travail soigné, aux riblons, c'est un résultat satisfaisant que de faire trois coulées en vingt-quatre heures; et au minerai on n'atteint pas ce chiffre; dans les fabrications très soignées, pour matériel de guerre, chaque opération dure en moyenne douze heures. D'autre part, l'entretien du four est coûteux: la réfection complète de la sole dure une quinzaine de jours, et revient à 6.000 ou 8.000 francs, et cette dépense grève le prix de revient en raison du nombre de charges effectuées entre deux réfections: or, ce nombre s'abaisse parfois à 100, pour atteindre 300 à 500 charges, et même 600, au maximum, dans les fours très bien refroidis. Quant au déchet, il est de 6 à 7 % dans l'opération acide aux riblons; au minerai, le déchet, rapporté au poids de métal chargé (ce qui revient à considérer comme perte tout le fer du minerai) est de 4 % dans l'opération acide, de 8 à 9 % en garnissage basique. Enfin, la consom-

mation de houille, qui dépend essentiellement de la qualité de cette houille, de la durée de l'opération, et de la dimension du four, varie dans des proportions assez larges: aux riblons, on est descendu à 300 kilos par tonne de lingot produit, pour atteindre en moyenne 400 à 500 kilos; au minerai, on peut compter en moyenne 450 à 500 kilos sur sole acide, et 600 kilos sur sole basique.

La production annuelle d'un four est limitée par la fréquence des réparations. En 1895, en Angleterre, la production moyenne, par four en marche, a été de 7.500 tonnes de lingots en garnissage acide, et de 3.900 en garnissage basique.

La fabrication, au four Martin comme au Bessemer, a fait dans ces dernières années, par l'invention de l'ingénieur anglais Darby, un progrès considérable. Le raffinage, on l'a vu, s'effectuait, avant cette invention, au moyen d'additions manganésées; et, malgré la variété et la richesse de plus en plus grande des alliages nouveaux, on était conduit à introduire, en même temps que le carbone, une proportion de manganèse souvent supérieure à celle que nécessitait le raffinage, au détriment des qualités physiques du métal, et cela surtout dans l'opération basique; dans la cornue Thomas, notamment, il était impossible de fabriquer des aciers durs sans y introduire une proportion de manganèse absolument exagérée.

Darby a en l'idée de séparer le raffinage de la recarburisation: l'addition manganésée est calculée de manière à suffire au raffinage, et le carbone est ajouté directement, au moment de la coulée, sous forme de poussier (procédé du Phoenix), ou de briquettes agglomérées avec un peu de chaux, de manière à scorifier les cendres du coke (procédé de Dudelange). Appliqué au Martin et au convertisseur, ce procédé a permis de réaliser une économie sur les frais de fabrication, en même temps qu'une précision plus grande et une plus grande élasticité de fabrication: en particulier on est parvenu à fabriquer au Thomas, au moyen de fontes à 2,3 % de phosphore, 1,3 à 2 % de manganèse et 0,5 % de silicium, les aciers les plus variés, tenant jusqu'à 0,9 et 1 % de carbone, avec 0,05 à 0,07 de phosphore et 0,4 à 0,7 de manganèse.

III. — ACIER AU CREUSET. — CÉMENTATION.

Avec la fabrication au creuset, nous arrivons aux méthodes les plus précises, les plus parfaites, mais aussi les plus coûteuses: dans un creuset fermé, où l'on peut réaliser exactement, par un mélange convenable, la composition recherchée, et faire fondre ce mélange à l'abri de l'action des gaz, sans autre réaction qu'une légère attaque de la paroi, qui incorpore un peu de silicium et de carbone dans

le métal, on obtient une précision impossible à égaler même au Martin, et une très grande élasticité de fabrication, à condition de rester dans la gamme des aciers durs. Tous les aciers spéciaux, les aciers à outils, les moulages, où l'on arrive à supprimer complètement les soufflures moyennant une addition d'aluminium, se fabriquent aisément au creuset, et, jusqu'aux derniers perfectionnements de la fabrication sur sole, ne pouvaient se faire qu'au creuset.

La fusion au creuset a été inventée au siècle dernier par un horloger de Sheffield, Huntsman; d'abord, on effectuait la fusion au coke, dans des fours tenant un seul creuset, où il fallait brûler 5 à 6 tonnes de combustible pour obtenir 1 tonne d'acier. Aujourd'hui, la fusion se fait au gaz.

Les fours à creusets ont une sole rectangulaire, qui n'a guère plus de 1 mètre de largeur : dimension qui est celle du développement de la flamme : la température doit y être si intense qu'il n'est pas possible d'augmenter cette dimension : aussi n'y a-t-il sur cette sole que deux rangées de creusets ; et sur les longs côtés les ouvreaux sont disposés, ceux à air superposés à ceux qui amènent le gaz, de manière à donner une combustion complète par une flamme courte ; les fours ont généralement 20 à 30 creusets.

Ces creusets sont en terre ou en graphite, séchés avec grand soin, à l'air, puis à l'étuve, enfin maintenus au rouge dans un réverbère jusqu'au moment où on les place dans le four ; leur durée ne dépasse guère 6 à 8 opérations.

Le chargement s'effectue au moyen d'un entonnoir ; la fusion est lente (de 2 h. 1/2 à 4 h. 1/2) ; lorsqu'elle est bien achevée, on laisse le métal reposer une heure environ ; puis on coule, en saisissant le creuset avec des pinces pour le sortir du four. Aussitôt la coulée achevée, on replace le creuset au four, et on attend, pour charger de nouveau, qu'il ait repris la température du laboratoire.

Les réactions, dans une pareille opération, se réduisent à l'attaque du creuset par le métal. On obtient, en somme, un produit correspondant exactement à la charge, sauf incorporation d'un peu de silicium et de carbone. Cette incorporation, qui peut être relativement élevée dans les creusets en graphite, surtout lorsque le métal tient du manganèse, est presque insignifiante dans les creusets en terre. Dans ce dernier cas, on réalise même parfois un léger affinage.

Les fours de 20 creusets, tenant 30 kilos chacun, font en moyenne, en marche pour acier ordinaire, 2 1/2 à 3 charges par poste de 12 heures, produisant 3 tonnes de métal. Le déchet est très faible, et atteint en moyenne 1 %, rarement 2 à 3 % de la charge ; la consommation de houille est très élevée,

et atteint 1.200 à 1.500 kilos par tonne de métal.

La charge se compose d'un mélange, cassé en petits morceaux, d'acier et de fer puddlés, de scrap de fer et d'acier, enfin d'acier cimenté. C'est même la nécessité de fondre l'acier cimenté pour le rendre homogène qui a donné naissance à la fabrication au creuset. Il nous reste à dire quelques mots de la cémentation.

Cette opération s'effectue dans des caisses en briques réfractaires, où on charge de 10 à 40 tonnes de métal sous forme de barres plates, de 1 centimètre d'épaisseur et 10 centimètres de largeur, en assises séparées par du *ciment*, dont la base est du charbon de bois feuillu. Les caisses sont placées dans de grands fours, où on porte graduellement la température à 1100° C., et où on la maintient une quinzaine de jours en moyenne.

Le mécanisme de la cémentation est un des plus obscurs de la métallurgie ; on a voulu l'expliquer par l'action des gaz ou des cyanures. Il semble établi aujourd'hui que le carbone solide peut pénétrer le fer, par une action chimique analogue à celle que l'oxyde de fer exerce à l'état solide sur la fonte. Le métal soumis à la cémentation, acquiert à la surface une teneur en carbone qui dépend de la température où il a été porté ; et la profondeur à laquelle pénètre cette action est en raison de sa durée.

IV. — ÉPURATION DES FONTES. — FABRICATION DES PRODUITS PURS.

Nous avons vu qu'il était possible d'éliminer, au cours de l'affinage, une proportion, souvent importante, des impuretés de la fonte. Mais, lorsqu'il s'agit d'obtenir des produits de choix, cette épuration n'est pas suffisante ; et il faut partir de fontes déjà pauvres en soufre ou en phosphore ; le puddlage le plus soigné, comme l'opération Martin ou Bessemer basiques, ne parviennent pas à éliminer plus de 50 ou 70 % du soufre des fontes qui en tiennent quelques millièmes ; et avec une teneur de 0,05 %, l'élimination est nulle. Le problème s'est donc posé d'*épurer* les fontes avant leur emploi au four à puddler, au Bessemer et au Martin. L'épuration a parfois un autre but : éliminer le silicium en excès ; c'est une nécessité qui s'impose, par exemple, lorsqu'il s'agit de traiter sur garnissage basique des fontes phosphoreuses trop chargées de silicium ; ou lorsqu'on veut réduire la durée du puddlage.

Lorsqu'il s'agit d'éliminer seulement le silicium, le plus simple est de pratiquer une bessemerisation partielle : c'est ainsi qu'on peut couler la fonte au convertisseur, souffler quelques instants, et couler ensuite dans une poche qui déverse le métal sur la

sole d'un four Martin basique; la fusion oxydante sur sole aurait le même résultat.

Pour éliminer le soufre et le phosphore, divers procédés ont été successivement essayés : le procédé Bell, qui consistait à agiter la fonte avec des scories ferrugineuses, réalisait une assez bonne déphosphoration et une bonne épuration en silicium, mais ne diminuait pas la teneur en soufre; le procédé Krupp, qui joignait à l'agitation avec des scories des additions manganésées, donnait de meilleurs résultats et, notamment, une désulfuration satisfaisante. Mais, dans l'un et l'autre cas, l'épuration était insuffisante pour les produits de choix.

On a reconnu depuis que, les conditions de la désulfuration et de la déphosphoration n'étant pas identiques, il valait mieux séparer les deux opérations. Pour désulfurer, on a cherché des additions basiques capables d'absorber rapidement et complètement le soufre. Nous avons vu les résultats obtenus dans les *mélangeurs* par la présence du manganèse. Le procédé *Saniter*, qui consiste à verser de la fonte liquide sur un mélange de chlorure de calcium et de chaux, parvient à abaisser la teneur en soufre de 0,25 à 0,074, de 0,15 à 0,064, et de 0,08-0,1 % à 0,025-0,03 %, avec un prix de revient de 0 fr. 60 par tonne traitée.

Mais, au point de vue de l'épuration en soufre et en phosphore, les meilleurs résultats ont, sans contredit, été obtenus avec le cubilot Rollet, qui permet d'obtenir les produits les plus purs avec des fontes d'hématite et de supprimer ainsi l'emploi

coûteux des fontes au bois. C'est un simple cubilot, avec des dispositifs spéciaux pour la coulée, où l'on souffle du vent chaud et où on passe 60 tonnes par jour. L'opération se compose généralement de deux passes : l'une, déphosphorante, où l'on charge avec la fonte un peu de minerai; l'autre, désulfurante, où on ajoute seulement de la castine, de manière à obtenir un laitier à 80 % de chaux, dont on assure la fluidité au moyen de spath fluor. Des fontes à 0,15 % de soufre et 0,07 % de phosphore sont ramenées, après la première opération, à une teneur de 0,02 % de phosphore et 0,07 % de soufre; après la deuxième opération, le métal ne tient plus que 0,02 à 0,03 % de soufre et de phosphore réunis.

La fabrication des produits de choix emploie, en les combinant, les divers procédés que nous venons de décrire : le four à puddler, où on traite soit des fontes au bois, soit des fontes d'hématite épurées, produit des blooms parfaitement purs ou des barres; les blooms servent de riblons au four Martin; les barres cémentées servent à charger des creusets; on obtient ainsi, sur sole ou au creuset, des produits d'une très grande pureté.

Nous avons rapidement examiné, dans les pages qui précèdent, les conditions techniques de la fabrication du fer et de l'acier bruts. Dans un prochain et dernier article, nous étudierons les conditions économiques de cette industrie.

E. de Billy,
Ingénieur des Mines.

REVUE ANNUELLE D'HYGIÈNE

Dès sa fondation (15 janvier 1890), la *Revue générale des Sciences* a voulu s'imposer de faire connaître chaque année à ses lecteurs les récents progrès de l'hygiène. Une grande doctrine venait alors de se constituer ou plutôt de s'affirmer, dont il était facile d'apprécier les premières applications à l'art sanitaire et de prévoir l'indéfinie fécondité. Avec Pasteur et son École, avait surgi une théorie nouvelle de la santé, de la maladie et de la mort, dont tous les chercheurs s'efforçaient soit de perfectionner les principes, soit d'étendre l'application. Nous avons pris soin d'indiquer les tendances et l'évolution de ces deux sortes de travaux. La controverse des phagocytistes et des humoristes, les découvertes relatives aux exérations, virulentes ou vaccinantes, des bactéries pathogènes, au mécanisme physiologique de l'infection, aux conditions de l'immunité naturelle et de l'immunisation,

aux facteurs de la forme spécifique de la maladie, en un mot les progrès d'ordre théorique ont, jusqu'en 1896, tenu une grande place dans nos articles annuels sur l'hygiène. En même temps, nous y avons décrit les investigations particulières dont diverses maladies contagieuses de l'homme ont été l'objet, et nous avons exposé en détail les résultats d'ordre pratique auxquels ces investigations ont abouti.

Il semble qu'en ces derniers temps ces deux sortes de recherches ont été ou moins actives ou moins heureuses. Depuis deux ans les conceptions générales sont demeurées à peu près stagnantes, et, d'autre part, le nombre des maladies dont les contagions ou les remèdes préventifs sont maintenant connus, n'a que faiblement augmenté. C'est pourquoi, au lieu de consacrer, en 1897, un article d'ensemble aux récents progrès de l'hygiène, nous

avons publié isolément les observations qui méritaient une description immédiate¹, préférant laisser les menus faits s'accumuler jusqu'à la date actuelle avant d'en présenter la synthèse. Si ces faits n'ont guère éclairé les doctrines générales, du moins ont-ils enrichi de nouveaux éléments de discussion plusieurs questions importantes, que nous allons aborder.

I. — ALIMENTATION.

§ 1^{er}. — Le Pain.

Nous assistons, à propos du pain, à deux courants d'opinion très opposés. En Angleterre et en France, il se fait un mouvement contre le pain blanc de luxe, alors qu'en Allemagne les hygiénistes recommandent à leurs compatriotes d'abandonner le pain bis pour le pain blanc.

On sait la campagne menée en France pour le pain complet; en Angleterre, où tout mouvement se traduit par la création d'une ligue, les partisans du pain incomplètement bluté ont créé la *Bread Reform League*.

En France, MM. Galippe et Barré², Tarnier³ et M. Balland⁴, se sont prononcés pour le pain bis. Mais M. Aimé Girard⁵ et M. Arnould⁶ protestent contre l'emploi de cet aliment.

MM. Galippe et Barré s'appuient sur ce fait que les phosphates se trouvent principalement dans l'enveloppe, et qu'en débarrassant complètement la farine du son, on prive le pain de sels dont l'utilité pour l'organisme est reconnue. M. Balland insiste, d'autre part, sur la nécessité de laisser

avec la farine l'embryon si riche en azote et en sels minéraux. En maintenant cet élément, actuellement enlevé avec les gruaux gris, on enrichirait la ration quotidienne du soldat de 3 grammes de matières azotées, de 1 gramme de matière grasse, et de 0 gr. 40 de matières salines.

Le regretté Tarnier, frappé, comme accoucheur, de l'importance des phosphates dans la nutrition de la mère soit avant l'accouchement soit pendant l'allaitement, n'hésitait pas à attribuer au blutage exagéré l'affaiblissement progressif de notre race dans les villes.

Par contre, MM. Girard et Arnould, défenseurs du pain blanc, ont fait remarquer que, même en France, pays où l'on mange le plus de pain, les autres substances qui entrent dans la ration alimentaire apportent, en fait, une quantité de substances minérales assimilables supérieure à celle que l'organisme exige, qu'il y a toujours dans l'alimentation mixte, suivant l'opinion de Forster, un excès de ces substances salines. M. Bouchard fixe, d'après les données des travaux antérieurs, à 4 gr. 20 la quantité moyenne d'acide phosphorique nécessaire à l'homme adulte. Or, M. Girard a trouvé que les repas habituels des paysans du Morvan, du Cantal, de l'Ardeche, régions où l'alimentation passe pour défectueuse, fournissent à ces hommes, en dehors de l'apport dû au pain, 4 gr. 80 à 6 gr. 92 d'acide phosphorique. La différence entre le pain blanc et le pain bis étant, au plus, de 30 centigrammes par kilo, ajouterait donc bien peu à cette dose.

La farine incomplètement blutée, dit M. Aimé Girard, renferme un peu plus de gluten; mais elle donne un pain plus riche en eau, de sorte que, finalement, et en ne tenant pas compte de cette eau, le pain blanc est, à poids égal, plus riche en gluten que le pain blanc.

MM. L. et A. Boultroux⁷ ont poursuivi d'intéressantes recherches dans le même but. Ils ont expérimenté sur la farine de meule et sur la farine de cylindre et reconnu que cette dernière donne, à chiffre égal de blutage, une farine plus blanche et un pain plus blanc. Cependant, il y aurait, suivant eux, avantage à employer les farines de meules, parce qu'elles entraînent avec elles l'aleurone contenue dans l'épiderme, et qui est une matière très digestible et très assimilable. Mais ils ajoutent : la proportion d'enveloppe doit être faible, car il faut tenir compte de la digestibilité; et ils posent ce principe : *Le pain dont on peut manger la plus grande quantité est le meilleur*. Conclusion sédui-

¹ Voyez notamment les articles suivants :

Dr CH. RÉPIN : La stérilisation des Eaux par l'Ozone. *Rev. gén. des Sciences*, t. VII, p. 596.

M. FONTYNOT : Le sero-diagnostic de la Fièvre typhoïde. *Rev. gén. des Sciences* du 30 janvier 1897, t. VIII, p. 44.

M. FONTYNOT : La lutte actuelle contre la Peste. *Rev. gén. des Sciences* du 13 février 1897, t. VIII, p. 109.

L.-H. PETIT : L'état actuel de la lutte contre la Tuberculose. *Rev. gén. des Sciences* du 15 mars 1897, t. VIII, p. 190.

M. MOLINIÉ : La question du Lait à Paris. *Rev. gén. des Sciences* du 15 mars 1898, t. VIII, p. 176.

M. MOLINIÉ : La Désinfection des locaux. *Rev. gén. des Sciences* du 15 mai 1897, t. VIII, p. 364.

H. DE ROTHSCHILD : Des Laites dits maternisés. *Rev. gén. des Sciences* du 30 juin 1897, t. VIII, p. 503.

M. MOLINIÉ : L'adduction des Eaux du Loing et du Lunain à Paris. *Rev. gén. des Sciences* du 30 octobre 1897, t. VIII, p. 806.

² GALIPPE et BARRÉ : *Le Pain*. Encyclop. des Aide-mémoire, 2 vol., Masson et Gauthier-Villars.

³ TARNIER : Préface écrite pour le volume précédent.

⁴ BALLAND : Sur les conséquences d'un blutage exagéré. *Acad. des Sciences*, 23 juin 1895; Sur le nouveau pain de guerre. *Ibid.*, mars 1897.

⁵ AIMÉ GIRARD : Appréciation de la valeur des farines. *C. R. Acad. des Sciences*, 1895, pp. 858-922. Sur la valeur alimentaire des pains, etc. *C. R. Acad. des Sciences*, 1896, pp. 1309-1389.

⁶ ARNOULD : Valeur alimentaire du pain. *Revue d'Hygiène*, mai 1896.

⁷ L. et A. BOUTROUX : Recherches sur la valeur nutritive du pain fait avec la farine de meule et la farine de cylindre. *Annales d'Hygiène*, avril 1896.

sante, sans doute, mais qui pourtant ne résout pas la question.

Dans un autre ordre d'idées, nous devons signaler divers travaux sur les moisissures du pain. On les doit à M. Welte¹ et à M. Hebebrand².

Les recherches de M. Welte, suscitées par M. Lehmann, ont porté sur trois moisissures fréquentes dans le pain : *Penicillium glaucum*, *Aspergillus indulus* et *Mucor stolonifer*. Ces champignons ne préexistent pas dans le pain; la température de cuisson suffit pour les tuer, ils s'ensemencent après cuisson. Au point de vue chimique, le *Penicillium* et l'*Aspergillus* transforment les albuminoïdes du pain en une combinaison azotée soluble dans l'eau.

D'après M. Welte, cette combinaison reste dans le pain, qui, partant, conserverait sa teneur primitive en azote. Cependant on sait que le pain subit, du fait du moisissement, une perte de poids. M. Welte attribue la totalité de ce déchet à l'élimination des matières hydrocarbonées attaquées par les champignons, tandis que M. Hebebrand admet, d'après ses dosages, une toute petite perte d'azote. Mais, au point de vue de l'hygiène, cette légère diminution de l'azote n'est pas ce qui doit nous inquiéter; ce qui est important, ce qui mérite toute l'attention de l'hygiéniste, c'est la modification chimique subie par le pain lui-même; c'est la transformation, non de sa composition élémentaire, mais de ses principes immédiats : en réalité, le pain, en tant qu'aliment, est *détruit* par les moisissures, et les champignons y exercent de véritables poisons. Ce principe de la toxicité des excréments cellulaires est aujourd'hui trop bien établi en Biologie générale pour qu'il soit utile d'y insister. Bien que M. Welte ait pu consommer du pain moisi sans devenir malade³, nous nous gardons de conclure avec lui à l'innocuité d'un tel aliment; nous pensons que, dans nos casernes, comme à bord de nos navires, on doit avoir soin d'empêcher l'envahissement du pain par les moisissures.

Comme la plupart des aliments végétaux, la farine est parfois l'objet de sophistications criminelles. Un procès retentissant montre en ce moment

jusqu'à quel point peuvent s'étendre de telles fraudes. C'est surtout de la silice blanche et du carbonate de chaux pulvérulent que les marchands malhonnêtes mêlent à la farine.

Il y a quelques mois, deux professeurs de l'École de Médecine d'Angers, MM. Labesse et Bleunard, ont imaginé un moyen très simple et très pratique de découvrir ces poudres⁴ : c'est d'interposer la farine sur le trajet des rayons de Röntgen : ceux-ci la traversent sans difficulté, mais sont, au contraire, arrêtés par les éléments minéraux. C'est un procédé qu'il sera très facile de mettre en pratique dans les laboratoires municipaux d'analyse.

§ 2. — La Viande.

C'est une opinion courante, et, comme telle, indiscutée, que l'alimentation du peuple ne cesse de s'améliorer en France. Notre éminent collaborateur M. le Professeur Armand Gautier la discute cependant⁵, et il montre, chiffres en main, que si, pendant la première moitié de ce siècle, il y a eu, en effet, progrès dans la consommation de la viande, ce progrès a été suivi, depuis une quarantaine d'années, d'un recul manifeste.

En France, la consommation annuelle de la viande de boucherie s'est abaissée dans toutes les villes. De 1887 à 1896, elle tombe : à Paris, de 67 kilos par tête, à 61; à Lyon, de 58 à 50; à Bordeaux, de 88 à 82. On ne saurait chercher une compensation dans un recours plus grand aux autres aliments de nature animale : charcuterie, volaille, poisson; la consommation de ces denrées diminue également, et, si le chiffre brut des octrois municipaux n'a pas baissé, c'est que, malheureusement, l'entrée des liqueurs alcooliques a augmenté.

Dans nos campagnes, l'usage de la viande est beaucoup plus restreint. Si, au lieu de considérer uniquement les statistiques des villes, on divise par le chiffre de notre population le nombre des kilos de viandes de boucherie annuellement consommées en France, on constate que la part *moyenne* de chacun de nous est de 37 kilos par an.

Cette moyenne est inférieure de 6 kil. 7 à celle de l'Angleterre (43 kil. 5). Ecart considérable, qu'il ne semble pas possible d'attribuer complètement à la différence d'exigence du climat. Mais, ce qu'il faut surtout relever dans la comparaison des statistiques d'alimentation en France et en Angleterre, c'est que la consommation de la viande, en baisse chez nous, suit actuellement chez nos voisins une marche ascendante. Les sennes viandes de bœuf et de mouton, dont l'ensemble atteignait chez eux le

¹ WELTE : Ueber das Verschimmeln des Brodes. *Archiv für Hygien*, t. XXIV, fasc. 1, et t. XXV, fasc. 1.

² HEBEBRAND : Ueber das Verschimmeln des Brodes. *Arch. für Hygien*, t. XXV, fasc. 1.

³ Le résultat négatif de l'expérience de M. Welte est, d'ailleurs, en toute occasion, insuffisant pour établir l'innocuité du pain moisi. Il suffit, au contraire, que M. Mégnin ait constaté, chez le chien, des désordres consécutifs à l'ingestion d'un tel pain, pour qu'on doive le considérer comme dangereux.

⁴ LABESSE et BLEUNARD : Présentation de farine falsifiée. *Académie de Médecine*, séance du 26 octobre 1897.

⁵ A. GAUTIER : Les viandes alimentaires fraîches et congelées. *Revue d'Hygiène*, avril et mai 1897.

chiffre de 35 kilos par tête en 1883, a dépassé 38 kilos en 1896.

Frappé de ce contraste, M. Gautier a cherché à calculer, d'après les données de la Physiologie, le complément de viande que réclame chez nous la ration alimentaire *moyenne* de l'individu. Il s'est laissé guider aussi, dans cette évaluation, par l'analyse des rations que l'expérience a montrées être indispensables à l'entretien du soldat en temps de paix et en temps de guerre. Selon lui, le chiffre de la consommation optimum de la viande de boucherie en France devrait dépasser de 15 kilos par tête, donc de 600.000 tonnes, le chiffre de la consommation réelle.

Où trouver ce complément nécessaire ? Il est bien évident qu'actuellement notre agriculture ne saurait nous le fournir. Sans doute, un meilleur choix des races de boucherie, une meilleure alimentation des bêtes, l'extension des pâturages artificiels pourront permettre à nos cultivateurs, comme l'a d'ailleurs établi M. Grandeau, d'accroître d'une façon notable et la production du bétail et le rendement en viande. Mais cet heureux résultat, qu'on ne peut espérer très prompt, fût-il réalisé, qu'il ne suffirait pas à la complète satisfaction de nos besoins. Force est donc de faire appel à la production étrangère. Mais ici se pose le problème de savoir sous quelle forme nous devons la laisser pénétrer en France.

Sera-ce sous forme de bétail vivant ? Deux raisons s'opposent à cette solution : 1° les pays producteurs, l'Amérique du Sud, l'Australie, étant loin de nous, les animaux auraient à supporter de longues traversées; on sait que, dans ces conditions, ils arrivent toujours en mauvais état; 2° ils risqueraient d'introduire chez nous des épizooties.

Restent donc les viandes salées, enfumées ou congelées. Les conserves des deux premières catégories présentent, comme on sait, en même temps que l'inconvénient d'un prix élevé, qui en limite l'usage, un aspect gélatineux qui suscite le dégoût, et une saveur *sui generis* qui rapidement provoque la satiété. C'est donc comme condiment plutôt qu'à titre de succédanées de viandes fraîches qu'elles peuvent prendre place dans l'alimentation générale. Cette place, on le voit, est médiocre.

Il en peut être autrement des viandes congelées. Contre ces viandes, remarque M. Gautier, existe un préjugé, qui a eu sa raison d'être, mais ne se justifie plus aujourd'hui. Quand on a commencé l'emploi du froid, les procédés frigorifiques étaient très imparfaits; l'abaissement de la température n'était ni assez considérable, ni surtout assez prolongé pour atteindre la profondeur des chairs et y abolir les phénomènes chimiques susceptibles de les altérer. De là cette dissociation des éléments

musculaires, cet écoulement de liquide, cette modification de goût, souvent aussi ce commencement de putréfaction qui pendant longtemps ont rendu répugnantes et quelquefois dangereuses les viandes conservées par le froid. Tous ces inconvénients sont aujourd'hui supprimés. Les procédés actuels permettent de congeler les chairs *à cœur* à — 12° immédiatement après l'abattage, puis de les maintenir entre — 5° et — 8° pendant toute la durée des plus longues traversées et jusqu'au lieu même du marché. Dans ces conditions, les muscles non seulement des Mammifères, mais même des Poissons, conservent toutes leurs qualités comestibles. — L'examen histologique et l'analyse chimique joignent ici leur témoignage à celui de nos sens.

1° *Examen histologique.* — Dans notre revue annuelle d'Hygiène de 1892¹ nous signalions une intéressante observation de M. Maljean sur la structure microscopique des viandes traitées par les procédés frigorifiques d'alors : l'auteur avait constaté dans les fibres contractiles et dans les globules sanguins de ces viandes, des déformations évidemment liées à une altération chimique. Or, depuis l'emploi des nouveaux appareils frigorifiques, M. Gautier et M. Letulle ont vainement cherché ces déformations : en toute occasion, les éléments musculaires et les globules rouges des viandes congelées leur ont apparu parfaitement intacts. Est-ce à dire qu'elles n'aient été le siège d'aucune transformation moléculaire ? C'est ce que la Chimie va nous apprendre.

2° *Examen chimique.* — M. A. Gautier s'est d'abord assuré, par voie d'analyse, que les méthodes actuelles de congélation, correctement appliquées, exercent une double action : d'une part, elles arrêtent la production des substances toxiques normalement fabriquées et excrétées par la cellule vivante (*leucomaines*); d'autre part, empêchant toute évolution microbienne, toute fermentation, elles s'opposent à la formation des produits cadavériques (*ptomaines*). Mais il faut, pour cela, non seulement que le froid soit d'abord poussé assez loin, puis suffisamment prolongé, mais encore qu'il soit appliqué à la viande aussitôt après l'abattage. Dans ces circonstances, la suppression des excréments toxiques est si radicale qu'après plusieurs semaines la conserve est moins riche en principes extractifs que ne l'est, deux jours après l'abattage, la viande réputée la plus fraîche.

Cependant deux éléments normaux du tissu musculaire subissent, du fait de la congélation, l'une une élimination, l'autre une destruction partielle :

¹ *Revue générale des Sciences*, t. III, p. 212.

soumis au froid, le tissu perd une petite quantité d'eau et voit disparaître le glycogène qu'il contenait. Il y a donc là une manifeste modification de l'état physique et de l'état chimique de la chair : mais cette modification ne retentit ni sur le goût ni sur les qualités comestibles de l'aliment. L'analyse chimique comme l'expérience physiologique s'accordent à le démontrer.

Estimée d'après la composition chimique, la valeur nutritive de la conserve est, en effet, identique à celle de la viande fraîche. On peut même dire qu'à poids égal, par suite de la légère perte d'eau, elle est plus riche en principes alibiles. C'est ce qu'indique l'analyse suivante, due à M. Gautier :

	MOUTON NATUREL	MOUTON FRIGORIFIÉ
Albuminoïdes solubles. . . .	3,32	2,14
Peptones.	1,33	1,28
Myosine et myoshoïne. . . .	12,80	15,28
Total des albuminoïdes assimilables	17,45	18,70

Ajoutons que, dans les chairs frigorifiées, la matière grasse semble n'éprouver aucune variation.

Ces faits, d'ordre chimique, conduisaient à supposer que la digestibilité de ces viandes est identique à celle de la viande fraîche. L'expérience confirme cette prévision : soumises à l'action du suc gastrique artificiel, ces deux sortes d'aliments se comportent exactement de la même façon.

Enfin, exposée à l'air libre et à la température ordinaire, la viande qui avait été congelée ne s'altère pas plus vite que la viande non traitée, à la condition qu'à la sortie de l'appareil frigorifique elle soit essuyée avec un linge sec.

L'importance de tels résultats saute aux yeux : après le magistral travail de M. Gautier, il n'est plus permis de repousser les conserves par le froid, et c'est le devoir du législateur de n'en point entraver la consommation en France.

Toutefois, deux précautions s'imposent. On sait que les spores de beaucoup de bactéries ne sont pas tuées par le séjour dans l'appareil frigorifique¹. La chair d'un animal atteint d'une maladie infectieuse risquera donc d'introduire des germes pathogènes dans notre alimentation, si le moyen nous manque de diagnostiquer la maladie. A cela, il faut répondre que les animaux destinés à la France arrivent chez nous avec le cœur, la foie, la rate et les reins adhérents, afin de permettre l'inspection sanitaire à la douane. Réclamons donc, avec M. le Professeur A. Gautier, et avec M. Morol², vétérinaire municipal

à Troyes, et l'examen des conserves dès qu'elles entrent dans nos ports, et un estampillage officiel qui les désigne au consommateur comme viandes congelées. Ces mesures prises, nous pourrions, en toute conscience, proclamer l'innocuité de ces comestibles et en recommander l'usage aux classes populaires.

§ 3. — Le Lait.

Le lait continue de préoccuper les hygiénistes ; les travaux sur cet aliment de première nécessité pour l'enfance sont de plus en plus nombreux. Ceux dont nous allons avoir à parler se rapportent : les uns, à la provenance, au transport et aux procédés de conservation du produit naturel ; d'autres, aux fraudes nouvelles et aux procédés imaginés pour les découvrir ; certains, enfin, aux essais tentés en vue d'augmenter la digestibilité du lait fourni par les animaux.

I. Provenance, transport et conservation du lait.

— La provenance du lait, pour qui veut l'avoir sain, est chose importante à considérer. Sur ce point, il faut reconnaître que, depuis quelques années, un réel progrès s'est accompli : plusieurs *laiteries* (lisez : *étables*) des grandes villes, en particulier de la banlieue parisienne, se sont grandement améliorées, mais d'autres subsistent où les animaux demeurent entassés durant des semaines, sans pouvoir inspirer autre chose que les expirations de leurs voisins.

Il semble que nos inspecteurs des établissements insalubres soient assez mal armés par nos lois et règlements pour obtenir la bonne organisation hygiénique des « vacheries » urbaines : nombre d'installations défectueuses sont encore tolérées.

La Grande-Bretagne, bien qu'ayant institué le corps des *Medical Officers of Health*, ne paraît pas être arrivée, en fait, à un contrôle plus efficace de son industrie laitière. Ses *Dairies and Cowsheds Orders* [1885], qui astreignent les étables à certaines règles d'hygiène, sont loin d'être partout appliquées. En 1893, dans le comté de Lancaster, 17 districts sur 134 n'ont pas été inspectés, et 50 ne l'ont été que d'une façon très imparfaite, d'après le Rapport de fin d'année du Bureau de la Santé. Aussi, les hygiénistes anglais mènent-ils avec ardeur une véritable campagne contre un tel état de choses. En particulier, M. Neech¹, M. Niven², M. Stocker³, se plaignent du mauvais état des étables. M. Niven

¹ NEECH : Milk Supply in suburban districts. Public Health Section of the Annual Meeting of the British Medical Association.

² NIVEN : Manchester Milk Supply. *The Sanitary Record*, pp. 230 et 96.

³ STOCKER : Pure milk and condensed milk. *British medical Journal*, n° 1869.

¹ OSTERTAG : Zur Einfuhr gefrorenen australischen Fleisches. *Hygienische Rundschau*, 15 février 1896, p. 170.

² MOROL : Importations en France des viandes étrangères congelées. *Progrès vétérinaire*, 19 avril 1896.

affirme qu'autour de Manchester 20 % des vaches laitières sont tuberculeuses.

C'est là la maladie qu'il faut le plus redouter pour le bétail qui vit renfermé. C'est pourquoi nous devons, cette année encore, insister sur la nécessité d'éliminer des « laiteries » toute vache qui n'a pas victorieusement résisté à l'épreuve de la tuberculine. Nous croyons avoir suffisamment indiqué, dans nos articles annuels sur l'Hygiène¹, le principe et la validité de cette méthode, pour n'avoir plus aujourd'hui qu'à continuer de la recommander.

Mais la tuberculose n'est pas le seul ennemi des « laiteries », et il ne suffit pas de se mettre en garde contre ce fléau; la propreté de l'écurie doit, d'autre part, être recherchée comme condition générale de salubrité.

Sous ce rapport, le Danemark nous donne un remarquable exemple. Dans ce pays, — où l'élève du bétail, la production du lait, les diverses industries laitières ont été, depuis quelques années, conduites d'une façon toute scientifique, et se sont développées au point de faire à l'agriculture britannique et à l'agriculture normande une concurrence inquiétante, — l'aménagement hygiénique, on pourrait dire le confort des étables, dépasse toute description. En outre, le lait est, avant émission, c'est-à-dire depuis l'animal qui le produit, jusqu'au lieu même de la consommation, l'objet d'une surveillance continue. Nous trouvant l'an dernier à Copenhague, nous avons pu constater combien les Danois sont justement fiers d'être arrivés, par l'intelligente observance des lois de l'Hygiène et l'application des méthodes scientifiques, à développer sur leur sol l'une des productions qui, de par l'abondance et la qualité, représente aujourd'hui l'élément principal de leur richesse.

La laiterie danoise ne se préoccupe pas seulement d'obtenir du lait sain; elle veille à le recueillir avec toutes les précautions désirables pour en retarder le plus longtemps possible l'altération. C'est, en effet, la difficulté de conserver ce liquide organique qui en limite le transport à de petites distances. Aussi, savants et industriels s'efforcent-ils, comme on sait, depuis l'établissement des doctrines pastorienues, de préserver le lait, au moins pendant un certain temps, de toute fermentation. Dans cet ordre d'idées, quelques nouveautés intéressantes sont à signaler.

L'une des plus curieuses consiste dans la congélation². Le lait, d'abord pasteurisé, est refroidi

à — 25° dans des moules; il y prend la forme de tablettes, qui sont ensuite empilées dans des caisses; ces tablettes peuvent s'y conserver pendant plus de vingt-quatre heures sans fondre, ce qui permet de les transporter par chemin de fer à de grandes distances. Une maison de Lille expédie ainsi à Paris, dans des caisses étanches, des pains de lait, qu'il n'y a plus qu'à laisser fondre au lieu de destination pour récupérer tous les matériaux de l'émulsion originelle. Mais ces éléments offrent-ils, dans le produit de fonte, le même état que dans le lait liquide nouvellement trait? Il semble qu'on doive en douter, en raison de ce que nous savons des conditions de précipitation de la caséine soluble; il serait à désirer que cette partie du problème fût l'objet de recherches nouvelles.

Quoi qu'il en soit, la pratique de la congélation tend à se répandre, et c'est là un argument en sa faveur. Le procédé offre, d'ailleurs, cet autre avantage de permettre de concentrer le lait, pour ainsi dire, *ad libitum*. Si, en effet, on laisse fondre une tablette obtenue au moyen d'une congélation unique, et qu'on recueille le liquide en quatre parties de volumes égaux, on constate que la richesse de ces diverses portions en principes nutritifs (caséine, lactose, etc.) diminue progressivement de la première à la dernière; celle-ci ne renferme plus que de l'eau pure; si donc on l'élimine, et qu'on recommence la congélation, cette seconde opération augmentera notablement la concentration. Le lait, réduit par ce procédé au quart de son volume initial, est supérieur, comme goût, au lait concentré par la chaleur et le vide.

Malgré ces avantages, la méthode toute récente de la congélation ne remplacera pas, d'ici longtemps, la *pasteurisation*, laquelle, comme chacun sait, consiste à diminuer, au moyen de chauffages successifs, à température peu élevée, la vitalité des bactéries sorties des spores pendant les intervalles des chauffages. Ce procédé, dont on connaît bien la technique, est aujourd'hui appliqué en France, en Suisse, en Danemark, dans un certain nombre d'usines très bien outillées, et il donne ce résultat, déjà très appréciable, que le lait traité se conserve pendant quarante-huit heures.

Sans doute, ce n'est pas encore la perfection, à laquelle on atteindrait, s'il était possible de stériliser complètement le lait sans en altérer la composition, partant la digestibilité. Mais la difficulté d'obtenir un tel résultat apparaît d'autant plus nettement qu'on s'acharne davantage à la surmonter: c'est là la raison de l'abandon presque complet de la méthode de Thiel, dans laquelle le lait s'écoulait sur une plaque rugueuse chauffée au voisinage de l'ébullition: on a reconnu que ce procédé n'assure nullement la stérilisation et que,

¹ Voir en particulier: L. OLIVIER: Revue annuelle d'Hygiène, *Rev. gén. des Sciences* du 30 mars 1892, t. III, p. 206, et M. KAUFMANN: La Tuberculine, agent révélateur de la tuberculose chez les Bovidés, *Rev. gén. des Sciences* du 15 septembre 1892, t. III, p. 601.

² DECLAUX: Sur le lait congelé, *Annales de l'Institut Pasteur*, t. X, p. 333.

de plus, il donne au lait un goût très fort de caramélisation.

Mais, si l'on est encore réduit à se contenter d'une stérilisation incomplète, on augmente considérablement le bienfait de l'opération en la pratiquant, comme le veut M. Marfan¹, immédiatement après la traite. Ce médecin a constaté des diarrhées infantiles consécutives à l'ingestion de laits stérilisés dans les appareils Soxhlet ou Gentile après séjour trop prolongé au domicile du consommateur : les micro-organismes avaient excrété leurs toxines avant la stérilisation.

Un autre accident peut se produire avec les laits de la meilleure origine, si l'enfant les consomme trop longtemps après le traitement de ces liquides par les appareils que nous venons de citer : M. Luppert², en effet, établi, en ces deux dernières années, que le lait, après chauffage à 90° et 95°, renferme encore des spores d'où sortent des bactéries susceptibles de peptoniser le lait³. Cette observation confirme le bien fondé de la méthode qui consiste à stériliser chaque tétée. Signalons, à ce sujet, une importante remarque d'un hygiéniste anglais, M. Campbell⁴ : ce savant a montré tout l'intérêt qu'il y aurait à atteindre, dans ce chauffage, ne fût-ce que pendant un temps très court, la température de l'ébullition, cette température détruisant ou tout au moins atténuant en une ou deux minutes la toxicité des excréments microbiennes.

Citons, enfin, à propos des bactéries du lait, un procédé nouvellement indiqué par M. L. Vaudin⁵ pour apprécier la richesse de ce liquide en micro-organismes. Cette richesse influant, pour une température déterminée, sur la rapidité de décoloration de l'émulsion laiteuse additionnée d'indigo, M. Vaudin a dressé une table de correspondance entre les degrés de cette richesse et les temps requis pour la décoloration. Selon lui, le lait biologiquement pur devrait conserver la coloration pendant douze heures à la température de 15°, huit heures à 15°-20°, quatre heures à 20° et au-dessus.

Mais il faut noter que ce procédé — dont nous ignorons la sensibilité — n'est applicable qu'aux laits exempts de toute addition de substances antiseptiques.

2. Fraudes nouvelles relatives au lait. — A cette

¹ MARFAN : Sur une faute dans la stérilisation du lait. *Presse médicale*, 4^e année, n° 60.

² LUPPERT : De la toxicité des bactéries peptonisantes du lait. *Zeitsch. f. Hyg. und Infektionskrankh.*, t. XXII.

³ CAMPBELL : The advantages and disadvantages of the use of sterilized milk for infant feeding. *Brit. med. Journ.*, n° 1863.

⁴ L. VAUDIN : Action du lait sur le carmin d'indigo. *Revue d'Hygiène*, 1897, p. 688.

addition d'antiseptiques s'acharne cependant la science des fraudeurs : il n'est guère d'année qu'elle ne s'enrichisse de quelque procédé intéressant. En ces derniers temps, elle est arrivée à prolonger la conservation du lait en y introduisant deux poisons, soit du bichromate de potasse, soit de la formaline.

Le bichromate de potasse est employé à la dose de 20 à 30 centigrammes par litre ; il jouit, à cette dose, d'un pouvoir antiseptique très marqué, sans altérer sensiblement le goût du lait ; mais, s'il est toxique pour les ferments figurés, il l'est aussi pour l'espèce humaine. M. Denigès a trouvé une réaction qui le décelé : c'est la coloration jaune que prend le lait qui le contient, quand on y verse une solution de nitrate d'argent à 2 %¹.

La formaline, très antiseptique aussi, très dangereuse pour l'homme, est utilisée à dose minime, en raison de son odeur qui, à dose plus forte, la trahirait. M. Hefner la dépiste de la façon suivante : on ajoute au lait son volume d'eau ; on prélève quelques gouttes du mélange et on les dépose dans un tube à essai renfermant de l'acide sulfurique concentré et une trace de perchlorure de fer. La présence de la formaline fait apparaître un anneau violet au contact des deux liquides. La couleur persiste plusieurs jours si l'on a soin de ne pas agiter le tube ; 1.200.000 de formaline peut être ainsi décelé².

Le beurre subit les mêmes adultérations, et les mêmes réactions lui sont applicables. Notre distingué collaborateur le Dr Langlois a fait voir que, pour découvrir la formaline dans le beurre, il suffit de le traiter au préalable par l'eau chaude et de décanter la matière grasse, les substances introduites restant, en partie du moins, dans l'eau³.

3. Augmentation de la digestibilité du lait de vache.

— Nos lecteurs connaissent les belles recherches poursuivies par M. Soxhlet⁴, M. P. Budin⁵, M. Gartner, M. Henri de Rothschild⁶ en vue de « materniser » le lait de la vache. Pour l'alimentation de la

¹ La coloration varie du jaune doré au jaune rougeâtre suivant la proportion de sel de chrome.

² Le lait pur sans antiseptique donne lieu à la formation d'une couleur brun rougeâtre, mais qui ne se développe que lentement, et non au point au contact des deux liquides, mais dans une région plus basse, dans la région acide.

³ P. LANGLOIS : Les conservateurs du lait. *Presse médicale*, 12 avril 1897.

⁴ SOXHLET : La Chimie dans l'alimentation artificielle de la petite enfance. *Rev. gén. des Sciences* du 15 octobre 1894, t. V, p. 713-718.

⁵ BUDIN : Lait stérilisé et allaitement. *Rev. gén. des Sciences* du 15 novembre 1893, t. IV, p. 683-690, et du 15 décembre 1893, t. II, p. 764 à 773.

⁶ HENRI DE ROTHSCHILD : Les laits maternisés. Leur emploi dans l'allaitement mixte et artificiel. *Rev. gén. des Sciences* du 30 juin 1897, t. VII, p. 806.

petite enfance, il y aurait, en effet, grand intérêt à corriger ce lait de façon à le rendre identique ou presque identique au lait de la femme. Il est plus riche que ce dernier en caséine et en matière grasse et plus pauvre en sucre. On élimine par centrifugation l'excès de caséine et de substance grasse, puis on ajoute une solution de lactose pour relever la teneur en sucre. C'est là le fonds de la méthode actuellement suivie. Quelques expérimentateurs lui ont fait subir plusieurs variantes : M. Hempel remplace l'addition de lactose par une addition d'albumine d'œuf et de sucre¹ ; M. Backhaus enlève au lait centrifugé sa caséine en y ajoutant de la trypsine et du ferment-lab ; il maintient le mélange à 40° pendant une demi-heure, puis le porte rapidement à 80°, température qui arrête toute action des ferments ajoutés. Après décantation, il réunit à ce lait la crème de centrifugation et y introduit un peu de lactose².

Ces variantes du procédé fondamental sont encore trop nouvelles pour qu'on puisse porter sur elles aucun jugement.

II. — MALADIES INFECTIEUSES.

§ 4. — Pathogénie de la Lithiase.

Depuis un certain nombre d'années, beaucoup de médecins considéraient la lithiase biliaire comme une manifestation diathésique, c'est-à-dire liée à la constitution propre de l'individu. On sait que la lithiase du foie consiste dans la production de *calculs* qui se forment en cet organe et en sont expulsés en même temps que la bile. C'est le passage de ces calculs par les canaux biliaires qui détermine ces douloureuses réactions connues sous le nom de coliques néphrétiques. Or, pendant longtemps, c'est surtout la lithiase du foie qui a attiré l'attention des cliniciens. Celle des glandes salivaires n'est guère remarquée que depuis une douzaine d'années. Galippe, en 1886, l'a signalée, en indiquant la présence de microbes dans les concrétions de ces glandes, et en émettant l'hypothèse d'une relation de cause à effet entre ces micro-organismes et les calculs observés³. Plusieurs savants se sont, depuis lors, occupés de la question, cherchant à découvrir une telle relation dans toutes les lithiases, soit salivaires⁴, soit

biliaires⁵. Cependant, jusqu'à ces derniers temps, la preuve expérimentale avait fait défaut. M. le Dr Mignot est venu nous la donner d'une façon irréprochable⁶. Il a réussi à déterminer la lithiase chez le cobaye en portant dans la vésicule biliaire de cet animal le *Bacterium Coli commune* extrait de cholécystites humaines, puis atténué par culture prolongée dans des bouillons additionnés de bile. La vésicule se remplit alors de concrétions, qui sont d'abord molles, et il s'y forme à la longue, après cinq ou six mois, de véritables calculs durs, identiques d'aspect, de structure et de composition aux calculs pathologiques de l'homme.

Un résultat analogue a été obtenu par MM. Gilbert et Fournier qui, suivant la méthode de M. Mignot, ont produit expérimentalement, au moyen du bacille d'Eberth, des calculs biliaires⁷.

Chargé, à la Société de Chirurgie, du Rapport sur le beau travail de M. Mignot, M. Hartmann⁸ a terminé la critique du sujet par les intéressantes conclusions que voici :

« La lithiase biliaire d'origine infectieuse existe, — qu'elle soit le résultat de phénomènes biochimiques causés par la présence de microbes virulents ou non virulents dans l'humeur biliaire (Galippe, Létienne), ou qu'elle résulte indirectement de l'infection qui agirait par l'intermédiaire d'une inflammation (École allemande, Gilbert et Dominici, Louis Fournier). Peut-on conserver, à côté d'elle, une place à la lithiase biliaire d'origine diathésique ? A l'appui de cette hypothèse, on pourrait invoquer la stérilité du centre d'un grand nombre de calculs ; mais, quand nous voyons que, presque toujours, en pareil cas, il s'agit de calculs anciens, où le microbe a peut-être existé, mais est mort, et que *toujours le calcul biliaire s'accompagne d'un certain degré de sclérose, d'inflammation de la vésicule, ce qui n'existe pas dans les introductions de corps étrangers aseptiques*, nous devons conclure aujourd'hui que, si l'origine infectieuse de la lithiase biliaire est bien établie, rien ne permet d'affirmer scientifiquement l'existence d'un seul cas de lithiase diathésique. »

porteur, depuis son enfance, d'une tumeur sur le trajet du canal de Wharton (*Acad. de Méd.*, 1^{er} mars 1898).

¹ Notamment MM. GILBERT et DOMINICI (*Société de Biologie*, 1894 et 1896), HANOT et M. LÉTIENNE (*Ibidem*, 1895), enfin et surtout M. LÉTIENNE (*Thèse de Paris*, 1891 ; *Arch. gén. de Médecine*, décembre 1891 ; *Gazette hebdomadaire*, juin 1893 ; *Médecine moderne*, 1895) ont décrit avec insistance l'association du microbe et du calcul dans la lithiase du foie et publié à ce sujet des observations cliniques et des autopsies qui suggéraient l'idée que le microbe était la cause de la production du calcul.

² Dr MIGNOT : Recherches expérimentales sur le mode de formation des calculs biliaires ; *Société de Chirurgie*, séance du 19 mai 1897.

³ *Société de Biologie*, 30 octobre 1897.

⁴ *Société de Chirurgie*, séance du 23 février 1898.

¹ *Arch. f. Kinder Heilkunde*, t. XXI, p. 1.

² BACKHAUS : Eine neue Methode, die Kuhmilch der Frauenmilch ähnlicher zu gestalten. *Hygienis. Rundschau*, 15 septembre 1897.

³ GALIPPE : *Journal des connaissances médicales*, 25 mars 1886.

⁴ M. le Dr LOISON, professeur agrégé au Val-de-Grâce, a publié récemment sur *Les Calculs salivaires extraits du canal de Wharton*, un Mémoire où il établit la présence du streptococcus dans les calculs salivaires chez un jeune homme

§ 2. — Peste.

Le 15 février 1897, M. Fontoynt a exposé ici même¹ les résultats alors acquis sur cette maladie qui menaçait de s'étendre jusqu'en Europe. Depuis cette époque, la peste a paru se localiser, sans s'étendre cependant, puisque le 23 septembre 1897 la mortalité par la peste à Bombay était exactement la même que le 23 septembre 1896 au moment où l'épidémie se développait dans la grande ville anglo-indienne². De nombreux travaux ont paru depuis un an sur ce fléau. Nous en résumons très succinctement les résultats.

Le bacille isolé par Yersin et Kitasato semble bien être le bacille de la peste. Tous les auteurs sont unanimes à cet égard. Il est facile de recueillir et de reconnaître le microbe; on a donc désormais une base solide de diagnostic. M. Wilm³, à Hong-Kong, a pu, par le simple examen microscopique du sang retiré de la pulpe du doigt, reconnaître 71 fois sur 100 le bacille; le pourcentage s'élève à 83 % si l'on fait des ensemencements. Il résulte aussi des recherches de ce savant que le pronostic même peut être établi, approximativement du moins, par l'examen microscopique direct, la gravité étant proportionnelle à la richesse en bactéries.

On a tenté d'employer au diagnostic de la peste la méthode de Widal, qui tend aujourd'hui à se généraliser. La Commission allemande a vu, en effet, que le sang des pestiférés se comporte à l'égard des cultures du bacille pesteux comme le sang des typhoidiques à l'égard des cultures du bacille d'Eberth⁴. Malheureusement, le pouvoir agglutinant n'apparaît que vers le septième jour, alors que le diagnostic est certain et même que la maladie est enrayée, car les statistiques de M. Wilm montrent que tout sujet ayant résisté plus de six à sept jours guérit presque constamment.

La connaissance du bacille aide aujourd'hui à préciser le processus suivant lequel s'opère la contagion: celle-ci aurait souvent lieu par la peau. Les indigènes, Chinois, Indous, qui vont nu-pieds, présentent presque toujours des bubons inguinaux; les Européens, les Japonais, atteints de la peste, ont leur bubon dans l'aisselle. Les membres de la Mission russe, MM. Wyssokowitz et Zabolotny⁵, en piquant des singes aux doigts ou à la

paume de la main avec une aiguille souillée de culture pesteuse, ont vu le bubon axillaire apparaître, et les animaux succomber avec tous les accidents caractéristiques. Toutefois, les autres modes de contagion (par les voies digestives, respiratoires) existent certainement. Les ingestions de cultures ont donné des résultats positifs à MM. Yersin, Kitasato, Wilm, etc.: la contagion par l'air, niée par M. Yersin, est admise par M. Kitasato.

Au point de vue prophylactique, les différentes Missions ont pu observer ce fait intéressant que le bacille pesteux est tué rapidement par la chaleur humide à 100° (Fraxa et Gozio), ce qui permet d'utiliser l'eau bouillante sans appareils spéciaux. Naturellement, il est plus résistant à la chaleur sèche. Mais, à la longue, la dessiccation, combinée à l'action bactéricide de la lumière, le détruit ou, tout au moins, diminue sa virulence.

Heureusement sa résistance aux antiseptiques est faible: l'acide phénique au centième suffit à le détruire en trois heures; le sublimé au millième, en deux heures; la lessive de savon à 60°, en vingt minutes.

Le traitement spécifique par la méthode de Yersin, dont il a déjà été parlé dans l'article de M. Fontoynt, paraît donner de bons résultats, malgré quelque décroissance du succès primitif, décroissance due à l'emploi de sérums imparfaits. Voici les faits:

La mortalité chez les indigènes atteint normalement 80 %. Or, avec les inoculations de sérum de cheval immunisé, Yersin n'a d'abord eu, sur 26 cas, que 2 morts, soit une mortalité de 1,6 %. Ce chiffre n'a jamais été retrouvé depuis. Les cas groupés en séries suivant l'origine du sérum (Cochinchine ou Paris) indiquent une mortalité de 38 %, 58 %, soit une moyenne de 50 %. Mais il faut dire que dans cette moyenne rentre une série ayant donné 72 %, et il y a lieu de supposer que le sérum employé était inactif¹. On peut, croyons-nous, admettre, avec la Commission russe, un chiffre moyen de 40 %. Résultat encore bien encourageant, si l'on considère que la mortalité moyenne est de 80 %.

Le sérum a pu être employé avec succès à titre préventif, et, même dans les Indes, c'est surtout, d'après Metchnikoff², comme remède préventif plus que comme moyen curatif qu'il a rendu des services. Toutefois, l'immunité ainsi obtenue n'est que passagère. Les singes de MM. Wyssokowitz et Zabolotny, ainsi immunisés, ne se montrèrent réfractaires que pendant une quinzaine de jours;

¹ MAURICE FONTOYNT: La lutte actuelle contre la Peste. *Rev. gén. des Sciences* du 15 février 1897, t. VIII, p. 109.

² NETTER: Leçon sur la bactériologie de la peste in *La défense de l'Europe contre la peste*, par le professeur Proust. 1 vol. in-8°, 1897.

³ WILM: Report on Plague. *Indian medical Gazette*, avril 1897.

⁴ EBERTH: Bericht der Deutschen Commission. *Deutsch. med. Wochens.* avril et mai 1897.

⁵ Rapports de la Mission russe. Communication à l'Académie de Médecine de Paris, par Roux. Juillet 1897.

¹ Ce sérum n'avait pu être préparé que dans les conditions les plus défavorables.

² METCHNIKOFF: Sur la Peste. Congrès de Moscou. *Presse médicale*, 4 septembre 1897.

mais on peut répéter la vaccination sans inconvénient. La méthode employée par M. Haffkine, par M. Kolle, et consistant à injecter une culture de peste en bouillon chauffée à 70°, est certainement moins inoffensive et les recherches sur les singes n'ont pas établi qu'elle possède un pouvoir immunisant plus durable.

Les mesures internationales adoptées à la suite de la Conférence de Venise, et dont nous parlerons à l'occasion de l'Hygiène navale, sont en tout point applicables à la peste.

Quant aux mesures locales, il faut reconnaître que si l'on a pu accuser les autorités anglo-indiennes de négligences, les récents événements montrent quelles difficultés rencontrent les hygiénistes quand ils ont à lutter contre des préjugés séculaires et religieux.

§ 3. — Fièvre jaune ou amaryllique.

Il y a quelques années, M. Domingos Frere annonçait la découverte du microbe spécifique de la fièvre jaune, le *Captococcus xanthogenicus*, et tentait la vaccination contre cette maladie au moyen de cultures atténuées de cette bactérie. Ses espérances ont été déçues.

En 1897, deux observateurs, M. Sanarelli, de Montevideo, et M. Havelburg, de Rio de Janeiro, ont décrit, indépendamment l'un de l'autre, un microbe qu'ils ont trouvé chez les fébricitants et auquel ils ont attribué le mal. Or, les microbes envoyés par ces savants à l'Institut Pasteur y ont été diagnostiqués comme différents l'un de l'autre, et cela porte à penser qu'au moins pour l'un d'eux la spécificité pathogénique est douteuse.

Le bacille icteroïde de Sanarelli serait difficile à isoler, par suite de la présence presque constante de divers microbes pathogènes chez les individus atteints de fièvre jaune. En tout cas, ce n'est pas dans le tube digestif, mais dans le sang qu'il faudrait le chercher; il n'existerait même pas dans le tube intestinal, et les lésions observées dans la muqueuse gastro-intestinale proviendraient de l'action des toxines fabriquées dans le sang.

Les cultures sur plaque ou en bouillon permettent de l'isoler. Il périt dans l'eau à 60°, est tué par les rayons solaires d'intensité moyenne en sept heures, et vit longtemps dans l'eau de mer.

Son pouvoir pathogène s'étend à presque tous les Mammifères; les Oiseaux seraient réfractaires. Les toxines qu'il exerce offrirait des propriétés stéatogènes, émétiques et hématolytiques, ce qui expliquerait le syndrome amaryllique.

Cinq individus ayant reçu des cultures stérilisées, soit en injection sous-cutanée, soit dans les veines, ont présenté la fièvre jaune typique.

Sanarelli admet, comme probable, la contagion

par l'air et il insiste sur le rôle joué par les moisissures ordinaires dans la conservation des propriétés virulentes du microbe. Il existerait une véritable symbiose, le microbe se développant et persistant quand il est uni aux moisissures et caché par elles, disparaissant, au contraire, là où ces dernières n'existent pas. Les foyers endémiques se rencontreraient donc là où pullulent les champignons inférieurs, de sorte que la destruction de ces champignons par l'aération, l'éclairage surtout, constituerait l'un des moyens les plus efficaces de prophylaxie de la fièvre jaune.

Les tentatives de traitement ou de vaccination, soit par des cultures stérilisées, soit par le sérum d'animaux préalablement traités, sont encore trop récentes, les résultats trop obscurs pour que l'on puisse considérer le problème comme résolu ou même comme près de l'être.

§ 4. — Tuberculose.

La contagion de la tuberculose dans les hôpitaux, contagion évidente et désormais incontestable, a fait l'objet de nombreuses études. Le Rapport présenté, il y a seize mois, par MM. Grancher et Thoinot¹, au nom de la Commission nommée sur avis du Conseil municipal de Paris, résume toutes les mesures prophylactiques que l'on peut employer. Il nous semble d'autant moins utile de revenir aujourd'hui sur ce sujet qu'à plusieurs reprises la *Revue* a consacré à l'étiologie, à la prophylaxie et au traitement hygiénique de la tuberculose, des études développées². L'an dernier, M. le Dr Petit a traité ici-même l'ensemble de la question³.

Nous nous bornerons aujourd'hui à combattre deux conclusions du Rapport, qui trouvent encore des défenseurs.

Au lieu de préconiser la création d'hôpitaux de tuberculeux à la campagne, à Brévannes par exemple, la Commission a demandé la construction de pavillons d'isolement dans les hôpitaux urbains déjà existants. Contrairement à ce qui s'est fait en

¹ GRANCHER et THOINOT : Rapport général au nom de la Commission de la tuberculose. *Bulletin Médical*, 15 novembre 1896.

² Voyez à ce sujet :

E. DE LAVARENNE : Tuberculose et Auscultation. *Rev. gén. des Sciences* du 15 janvier 1890, t. I^{er}, p. 17.

J. ROCHARD : Revue annuelle d'hygiène. *Rev. gén. des Sciences* du 30 janvier 1890, t. I^{er}, p. 50.

L. OLIVIER : Revue annuelle d'hygiène. *Rev. gén. des Sciences* du 30 mars 1891, t. II, p. 176.

E. DE LAVARENNE : Revue annuelle de Médecine. *Rev. gén. des Sciences* du 30 novembre 1891, t. II, p. 749.

L. OLIVIER : Revue annuelle d'hygiène. *Rev. gén. des Sciences* du 30 mars 1892, t. III, p. 202.

L. OLIVIER : Revue annuelle d'hygiène. *Rev. gén. des Sciences* du 30 juin 1893, t. IV, p. 387.

³ Voyez à ce sujet l'article de M. le Dr PETIT dans la *Revue* du 15 mars 1897, t. VIII, pages 190-202.

Allemagne (sanatoria ruraux de Falkenstein, etc.), on veut interner les tuberculeux à la Pitié, à la Charité, à raison de 3.200 francs par lit !

Mais il ne suffit pas d'isoler les tuberculeux ; pour protéger le personnel hospitalier, si frappé par la contagion, une antisepsie rigoureuse s'impose : crachoirs individuels portatifs, crachoirs collectifs placés à un mètre du sol, substitution du lavage des parquets au balayage, désinfection des effets, etc. — Enfin, une antisepsie médicale ne peut être obtenue qu'avec un personnel de choix ; or, si l'organisation nouvelle des infirmeries a donné d'excellents résultats, les infirmiers laissent encore beaucoup à désirer : il faut exercer une sélection sanitaire et morale, rejeter tout individu tuberculeux ou alcoolique et payer convenablement des serviteurs auxquels on doit demander beaucoup. La Commission réclame 1.200.000 francs pour cette réforme seule, le total s'élevant à 6 millions.

Quant à l'assistance médicale des tuberculeux à domicile, la Commission pose en principe que tout traitement à domicile est une œuvre vaine, inutile, dangereuse ; suivant elle, la guérison dans ces conditions est impossible ; de plus, on favorise ainsi la contagion familiale, ce qui, malheureusement, est exact. Nous répondons à cela que, dans l'impossibilité de pratiquer l'isolement de tous les malades, on ne saurait cependant abandonner ceux qu'on ne peut enlever du milieu familial ; on préservera leur entourage en mettant à la disposition des tuberculeux deux crachoirs individuels, une instruction appelant l'attention sur le danger des crachats, enfin, en les faisant bénéficier du service d'assainissement qui assure des désinfections périodiques.

§ 5. — Rougeole et Scarlatine.

Quand l'Académie de Médecine établit la liste des maladies contagieuses entraînant la déclaration obligatoire, elle raya, après une vive discussion, la rougeole de cette liste. De même, en Angleterre, le bill de 1889 ne mentionne ni la rougeole, ni la scarlatine, mais la grande latitude laissée aux autorités locales a permis à certaines de ranger ces affections parmi les maladies dont la notification s'impose. Ces autorités forment d'ailleurs une infime minorité ; en outre, dans quelques districts, la déclaration obligatoire a été supprimée après quelques années de fonctionnement. L'an dernier, cependant, les hygiénistes ont repris cette question et réclamé presque unanimement la déclaration obligatoire. La scarlatine présente, en effet, une gravité exceptionnelle en Angleterre : elle y éclate souvent sous forme d'épidémie très meurtrière : dans le premier trimestre de 1893, elle a déterminé 3.400 décès. Les médecins se sont émus, et, avec raison,

il leur a paru que la déclaration était à la fois chose nécessaire et insuffisante : nécessaire, pour permettre d'empêcher les écoles de devenir des foyers de propagation du fléau ; insuffisante, parce que le malade, non isolé dans les hôpitaux spéciaux, risque de contaminer ses voisins. Mais la construction et l'entretien d'hôpitaux spéciaux représente une grosse dépense. M. Skyes a calculé que, dans la seule ville de Londres, il faudrait, pour être en mesure de parer aux besoins urgents créés par une épidémie, disposer de 3.000 lits¹.

Cette estimation n'a rien d'exagéré, et il suffit de lire le mémoire publié par le *Metropolitan Asylum Board*, à l'occasion de l'inauguration d'un nouvel hôpital d'isolement à Lewisham (juillet 1897), pour se rendre compte de l'extension que ces hôpitaux sont appelés à prendre. Les hôpitaux d'isolement de Londres avaient reçu, en 1887, 2.200 malades ; en 1896, le chiffre des entrées s'élevait à 22.800. Cette augmentation ne dépend nullement d'une augmentation dans la morbidité de Londres, mais dans l'empressement toujours plus grand de la population d'user de ces établissements, et, disons-le également, de la pression plus énergique des autorités sanitaires, pour faire évacuer vers l'hôpital les malades atteints d'affections contagieuses. En 1887, les prévisions étaient établies sur une hospitalisation de 10 % des cas de scarlatine éclatant en ville ; en 1890, 42 % des scarlatineux sont reçus ; en 1896, le chiffre atteint 62 %, et la proportion va toujours en augmentant, puisque dans une semaine de mai 1897 elle a dépassé 85 %. La question de l'encombrement apparaîtra plus grave encore, si l'on admet, avec Netter², que les scarlatineux doivent être retenus à l'hôpital de cinquante-cinq à soixante jours. En prenant le chiffre cité plus haut de 22.800 entrées de scarlatine en 1896, en admettant même une diminution de 10 %, attribuée aux décès, on voit qu'il s'agirait de 1.200.000 (20.000 × 60) journées d'hôpital pour les scarlatineux seulement.

Frappés, au contraire, de l'extrême mortalité qui atteint les petits rubéoleux hospitalisés, — 33 % en 1894, à l'hôpital des Enfants-Malades, — les médecins français, malgré les améliorations apportées aux services hospitaliers, améliorations qui ont abaissé en 1896 la mortalité à l'hôpital Trousseau à 14 %, ne sont pas partisans de l'hospitalisation. M. Lihon³ exprime même cette opinion que : La rougeole est si grave à l'hôpital, chez les enfants âgés de moins d'un an, qu'il faudrait les hospita-

¹ SKYES : The notification of Measles, arguments for and against, *Sanitary Record*, 5 juillet 1896.

² NETTER : L'isolement dans les maladies transmissibles. *Semaine médicale*, 6 octobre 1897.

³ LIHON : La rougeole à l'hôpital Trousseau en 1896. Thèse Fac. de Med. de Paris. 1897.

liser le moins possible et faire comprendre aux parents que leur entrée à l'hôpital est leur mort presque certaine; enfin, rendre les enfants aux parents aussitôt que l'éruption, la fièvre et la bronchite ont disparu.

III. — MESURES D'ASSAINISSEMENT.

§ 1. — Désinfectants.

On peut aujourd'hui établir en principe que la vapeur d'eau sous pression, ou, tout au moins, à l'état de vapeur fluente, donne seule une garantie de désinfection absolue. Mais, dans la pratique, il est impossible de passer tous les objets suspects à l'étuve: les appartements, les tentures, les livres, ne peuvent être soumis à l'action de la vapeur d'eau. On a donc recouru aux antiseptiques, notamment au sublimé. Mais les pulvérisations de sublimé, employées par l'Administration, présentent un double inconvénient: elles endommagent plus ou moins les objets, et, de plus, les pénètrent mal. M. Chavigny¹, qui a repris cette question, est arrivé à cette conclusion que les pulvérisations de sublimé au millième, prolongées pendant un temps supérieur à celui dont on dispose dans la pratique, sont impuissantes à détruire les germes et même incapables d'en diminuer la virulence. Aussi s'est-on rejeté sur l'aldéhyde formique ou formaldéhyde, substance sur le mérite de laquelle la *Revue* a déjà eu, d'ailleurs, l'occasion d'appeler l'attention de ses lecteurs². Il est aujourd'hui bien établi que le pouvoir désinfectant de ce corps est considérable. Malheureusement, MM. Vaillard et Lemoine, Vallin, van Ermengen, Piron³, ont démontré que, comme le sublimé, il pénètre mal les objets, et, dans une chambre, une pièce close où on l'a répandu, il n'atteint que les surfaces directement exposées à son action. Les poussières, les crachats des tuberculeux sont désinfectés après vingt-quatre heures de contact; mais il suffit de placer les échantillons sous un simple pli de couverture pour les protéger.

M. van Ermengen est encore plus sévère que les professeurs du Val-de-Grâce. L'aldéhyde formique, dit-il, malgré ses propriétés germicides supérieures, ne peut remplacer ni le sublimé, ni l'acide phénique, ni le lait de chaux.

En Allemagne, nous devons signaler les travaux de MM. Walter, Dieudonné, Oelmichen, plutôt favorables à l'emploi du formol. La désinfection des matières fécales serait réalisée par une solution

au dixième (Walter), la stérilisation des mains du chirurgien par une solution à 3% (Walter). Oelmichen conseille l'emploi de la formalithe (terre d'infusoires diatomées imprégnée de formoline et pulvérisée), que l'on peut répandre dans les pièces ou mélanger avec les matières fécales. Dans tous les cas, le contact doit être prolongé pendant au moins vingt-quatre heures.

§ 2. — Destruction ou évacuation des Gaz des Égouts.

Les Anglais continuent de discuter la question des dangers que peuvent présenter les émanations des égouts pour la propagation des maladies infectieuses. La *sewer-gaz theory* a rencontré en Grande-Bretagne de nombreux défenseurs.

Signalons tout d'abord la différence un peu spéciale que M. Priestley¹ veut faire entre le *sewer-gaz* et le *sewer-air*. Il appelle *sewer-gaz* les produits gazeux de la fermentation des matières en stagnation dans les égouts: ces produits sont constitués par de l'acide carbonique, des ammoniacs composées, de l'hydrogène sulfuré, du sulfure de carbone, etc.

Il applique le terme de *sewer-gaz* à l'air atmosphérique circulant dans les égouts: ce dernier diffère très peu de l'air atmosphérique normal, et les recherches récentes de Paddington confirment à cet égard les résultats des analyses consignées dans tous les ouvrages classiques.

En réalité, par suite de l'intensité même de la ventilation, un égout bien construit, avec pente et chasse d'eau convenable, ne renfermerait pas de *sewer-gaz*, ou, du moins, n'en contiendrait que des traces inappréciables.

Est-il nécessaire, pour assurer cette ventilation, d'organiser des systèmes compliqués et coûteux: cheminées d'aération dépassant le faite des maisons, utilisation des cheminées d'usine, etc.? ou bien l'aération obtenue par des ouvertures répétées le long du trottoir, comme on le fait en France, par exemple, est-elle suffisante? A ce sujet, l'enquête du Dr Walford² a porté sur vingt-cinq villes d'Angleterre: les unes font la ventilation directe à la rue, d'autres utilisent des aspirateurs élevés. Mais, dans certaines de ces dernières, les *Medical Officers of Health* se plaignent de l'insuffisance de la ventilation artificielle, par suite du trop petit nombre de cheminées d'appel. Or, les villes qui se sont préoccupées le moins de l'entraînement des gaz de leurs égouts, ne sont pas, en fait, les plus insalubres. Bristol³, par exemple, n'a aucun système de ventilation spéciale, et cependant le chiffre des décès par fièvre typhoïde y est plus bas que

¹ CHAVIGNY: Sur la valeur des pulvérisations de sublimé. *Annales de l'Inst. Pasteur*, tome X, n° 6, p. 351.

² Voyez dans la *Revue* du 15 mai 1897 (I. VIII, p. 364) l'article de M. Molinier sur la désinfection des locaux.

³ PIRON: Rapport sur la désinfection par le chloroformol. *Archiv. de Méd. navale*, janvier 1897, p. 414.

¹ PRIESTLEY: *Sewer gaz: Its dangers to Health. The sanitary Record*, p. 33, 1897.

² WALFORD: *Sewer ventilation. The sanitary Review*, p. 32, 1897.

dans les villes de même population. La mortalité générale y est plus basse que dans toutes les autres grandes villes du Royaume-Uni.

Devant ces relevés de statistique, confirmés par les recherches bactériologiques sur la pauvreté en spores microbiennes, il faut avouer que l'opinion de Burton Fanning¹, qui attribue aux émanations des égouts la fièvre à type hectique, les lymphangites des bras et des jambes, l'asthme cardiaque, la chorée (cas de Joltye), semble peu justifiée.

Cependant, Tichborne², qui a toujours soutenu la propagation des germes pathogènes par les gaz d'égout, est revenu l'an dernier sur cette idée. Il s'appuie sur les expériences de Frankland qui, en mélangeant avec des eaux d'égouts, de la lithine, substance non volatile, a pu constater la présence de cet oxyde dans l'air environnant, quand ces eaux présentaient des phénomènes de fermentation ; les vapeurs produites alors entraînaient la lithine ; à plus forte raison, dit-il, peuvent-elles entraîner des corps tels que les micro-organismes ayant un poids spécifique moindre. Comme conclusion pratique, Tichborne propose de jeter dans les égouts des désinfectants insolubles, non miscibles à l'eau, et d'une densité inférieure au liquide des égouts, vers 0,950. Des expériences seraient nécessaires pour éclairer ces questions.

Quoi qu'il en soit, les hygiénistes anglais, même ceux qui considèrent la question des *sewer-gaz* comme exagérée, se rallient cependant à la règle d'intercepter (*disconnecting system*) toute communication entre le drain domestique et l'égout public.

En Allemagne, l'opinion opposée prédomine : l'Association des Hygiénistes allemands³ s'est nettement prononcée, à une très forte majorité, contre l'isolement à l'aide de siphons intercepteurs placés au point de jonction de la canalisation domestique avec l'égout public. M. Lindley, l'architecte municipal de Francfort, reproche à ces siphons d'imposer aux eaux vannes un arrêt superflu avant l'évacuation définitive vers l'égout public et de compliquer la ventilation des conduites souterraines. Il est évident que le système ne se montrera exempt d'inconvénient que si, d'une part, les égouts urbains se trouvent dans de bonnes conditions d'écoulement et de ventilation, et que, d'autre part, les conduites domestiques bien entretenues

sont imperméables aux gaz et aux liquides et donc munies d'appareils hydrauliques à leur extrémité supérieure.

IV. — HYGIÈNE INDUSTRIELLE.

§ 1. — Lois ouvrières.

Chaque année, on peut enregistrer de nouvelles mesures législatives ayant pour objet d'assurer de meilleures conditions hygiéniques aux ouvriers : l'hygiène gagne ce que perd la liberté individuelle. Si partisan que l'on soit de mesures de cette sorte, peut-être faut-il, néanmoins, modérer le zèle des fanatiques de la réglementation à outrance.

Depuis quelques années, cette passion de la réglementation s'est exercée, suivant nous, d'une façon trop simpliste. Pour préserver l'ouvrier et l'ouvrière du surmenage, on a défini strictement la durée maximum de leur travail, sans tenir aucun compte des besoins spéciaux des industries qui les font vivre. Il en est résulté, en ces industries, un véritable désarroi, dont les ouvriers sont les premiers à pâtir et souvent à se plaindre. Si nous ne nous trompons, on n'arrivera à une solution *pratique* de la question qu'à la condition d'approprier les règlements aux exigences particulières de chaque métier. Or, jusqu'ici, c'est la méthode inverse qu'on a suivie : ce sont, en quelque sorte, des mesures globales qu'on a voulu appliquer uniformément à tous les genres de travail : les résultats auxquels on a ainsi abouti sont désastreux et si bien jugés tels qu'il est inutile d'y insister davantage.

Mais l'abus ou plutôt le mauvais usage qui a été fait de la réglementation, ne doit pas masquer le grand intérêt qu'il y a à tenter de réduire la durée du travail sans porter atteinte au taux de la production. Des expériences très intéressantes ont été faites à ce sujet à Sheffield par M. Hatfield dans ses grands ateliers métallurgiques. L'éminent industriel est parvenu à abaisser de dix à huit heures la journée de ses ouvriers, et à élever du même coup le rendement de leur travail en fonction du temps, si bien que la production de son usine n'a point souffert de ce changement. En Russie, la Commission nommée pour la réglementation de la journée ouvrière dans les fabriques¹ s'est inspirée de cet exemple : elle se propose l'application de la formule des trois 8, — les huit heures de travail devant être coupées par un repos d'une heure et demie au moins. Toutefois, la Commission demande, comme mesure compensatrice, de réduire énormément les jours fériés, trop multipliés et surtout mal espacés

¹ BURTON FANNING : Sewer gas poisoning. *Brit. med. Journ.*, p. 1144, 1896.

² TICHBORNE : The dissemination of microorganisms and the best method of destroying germ emanations from sewer gas. *Royal Academy of Medicine in Ireland*, 30 avril 1897.

³ Schädlichkeit der Canalgase und Sicherung unserer Wohnräume gegen dieselben. *Deutsche Vierteljahrsschrift f. off. Gesundheitsg.* p. 132, 1896.

¹ Rapport publié in *Journal de la Société russe d'Hygiène*, n° 9, 1897. Analyse in *Revue d'Hygiène*, 1897, p. 754.

en Russie. Encore une fois, une telle tentative n'a de chance de réussir que si elle tient compte des conditions de chaque forme de labeur humain.

Quant à l'assainissement des ateliers, de grands progrès ont été réalisés en ces derniers temps. Pourtant, sans traiter ici des fabrications qui emploient ou préparent des produits insalubres, reconnaissons qu'en France subsistent encore quantité d'ateliers qu'il importerait d'ouvrir au grand air et à la lumière du jour. Telles sont à Paris, par exemple, beaucoup d'imprimeries, où les compositeurs entassés travaillent, du matin au soir, à la lueur du gaz, et ne respirent qu'un air insuffisamment renouvelé.

Ces défauts ne sont particuliers ni à Paris, ni à la France. Nous les retrouvons, très accusés aussi, à l'Étranger. Il en est ainsi en beaucoup de villes du Royaume-Uni. Mais ce qu'il y a, sous ce rapport, de très remarquable en ce moment chez nos voisins d'Outre-Manche, c'est l'ardeur de la campagne menée par des hygiénistes et quantité de philanthropes en faveur de l'assainissement. Dans leur lutte pour la salubrité de l'atelier, pour l'agrandissement du volume d'air respirable et la réduction des heures de présence quotidienne des femmes dans les usines, les *Home Office Inspectors*, les *Inspectors of Factories and Workshops* trouvent aide et appui, non seulement chez les médecins et les professionnels de l'hygiène, mais aussi dans les milieux éclairés, dans la jeunesse studieuse d'Oxford et de Cambridge, actuellement emportée par un grand mouvement d'humanité vers les questions ouvrières. Aussi le Parlement britannique ne cesse-t-il de s'intéresser à l'hygiène industrielle, et s'applique-t-il, de plus en plus, à perfectionner les mesures législatives qui la concernent. On commence à juger des bons effets qu'a déjà produits dans les usines anglaises et les usines écossaises le bill de 1895 qui, très justement, a voulu, dans l'hygiène industrielle, distinguer et faire observer par deux ordres différents de fonctionnaires : d'une part, les mesures (*Sanitary Acts*) applicables en tout lieu, qu'on doit prendre pour protéger l'ensemble du public; et, d'autre part, les règlements spéciaux qui concernent l'hygiène de l'ouvrier et varient selon la nature de son industrie. Les autorités locales sont chargées de faire exécuter les premières, tandis que la surveillance des conditions hygiéniques du travail incombe exclusivement aux Inspecteurs des fabriques. Les derniers Rapports de ces fonctionnaires — Inspecteurs et Inspectrices — constatent l'obtention de réels progrès.

§ 2. — Habitations ouvrières.

Il n'est peut-être pas de question d'hygiène plus importante que celle des habitations ouvrières à

bon marché. Dans la lutte contre l'alcoolisme, le moyen héroïque, la limitation des débits, ayant peu de chance d'être adopté par une démocratie où le marchand de vin est le grand électeur, il faut se rappeler le mot de Jules Simon : « Le taudis est le meilleur pourvoyeur du cabaret. » Tous les gouvernements se sont préoccupés de cette question du logement de l'ouvrier. En France, la loi de 1894, amendée par celle de 1896, assure à toutes les maisons ne dépassant pas une valeur donnée et déterminée par le revenu net imposable à la contribution foncière, diverses immunités fiscales, avec facilité d'emprunter à certaines caisses publiques. Il existe même un article 8 qui mérite de fixer l'attention, car, suivant l'expression de M. Cheysson, il constitue une révolution en matière successorale :

Contrairement au droit commun, les maisons rentrant dans le cadre des habitations à bon marché, soit les deux tiers des neuf millions des habitations françaises, échappent à la division, à la demande du conjoint ou de l'un de ses enfants, pendant cinq ans à partir du décès du propriétaire. La loi facilite également l'attribution de la maison sans formalité et sans frais à l'un des héritiers ou au conjoint survivant, avec l'intervention du juge.

Enfin, par sa circulaire de mars 1897, M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie a invité les Caisses d'Épargne à user de la loi de 1895 pour placer les fonds disponibles dans les Sociétés de construction des habitations à bon marché.

La loi de 1894 a surtout visé une mesure financière. Au point de vue de l'hygiène proprement dite, elle s'est contentée de dire : « Les habitations doivent être salubres », mais sans indiquer les conditions d'hygiène qui doivent y être réalisées. M. Napias¹ réclame à ce sujet un complément à la loi. L'équivalent de ce complément existe dans la législation en Angleterre et en Autriche. Nous ne pensons pas cependant qu'il faille s'alarmer outre mesure de ne pas le trouver dans nos lois, pour cette raison que presque toutes les Sociétés constituées soit avant la loi de 1894, soit depuis, ont toujours cherché à réaliser les meilleures conditions hygiéniques.

V. — HYGIÈNE NAVALE.

Les grands paquebots destinés aux transports des passagers offrent aujourd'hui des conditions hygiéniques remarquables. M. de Russell, vice-président de la *North East Coast Institution of Engineers and Ship builders*, s'est étendu avec complaisance sur ce confort, dans un article du *Sanitary Record* qui a eu quelque retentissement.

¹ NAPIAS : Discussion sur les habitations à bon marché. *Soc. de Médecine publique*, 28 août 1897.

L'eau, dit-il, est utilisée en abondance, — qu'il s'agisse de l'eau de mer, froide ou chaude, pour le lavage du navire et les bains, ou de l'eau douce fournie en quantité par les appareils distillatoires du bord. Sur les nouveaux steamers, la ventilation des cabines est obtenue soit au moyen de manches à vent, quand les hublots sont fermés, soit au moyen d'appareils à compression ou à aspiration d'air.

Tableau enchanteur, mais qui a le tort de ne montrer que les aménagements réservés aux passagers de première classe. Jetons, avec le Dr Nocht, médecin du port de Hambourg¹, un coup d'œil sur l'installation et les conditions hygiéniques des équipages. L'impression sera tout autre. Là, plus de confort : les hommes sont entassés en d'étroits espaces, où, si le vaisseau navigue entre les tropiques, sévit une température intolérable. D'après M. Nocht, la mortalité dans la marine marchande allemande s'élève à 10,1 ‰, alors que dans la marine militaire elle n'atteint pas 2,7 ‰. Cette mortalité élevée serait attribuable à la fièvre jaune, à la tuberculose et aux coups de chaleur.

Le port de Santos (Brésil), si fréquenté par les marines européennes, est un foyer presque permanent d'infection amaryle. Au cours des quatre dernières années, 800 hommes de la marine scandinave seraient morts à Santos. En attendant les effets du traitement anti-amaryle, le procédé le plus puissant serait celui qu'emploie une importante Compagnie de navigation allemande. Cette Compagnie, qui avait perdu 83 hommes en une campagne, se décida à acheter une île en rade; ses équipages y furent débarqués et le déchargement fait par les indigènes, sans contact avec les hommes du bord. Les résultats obtenus montrent que c'est là le remède actuel. Pour forcer capitaines et armateurs à s'y soumettre, M. Nocht demande que l'on comprenne la mort par épidémie dans la classe des morts causées par accident dans le service, les Compagnies étant ainsi forcées de servir une pension aux veuves ou orphelins.

Contre la tuberculose, qui présente à bord des formes d'une rapidité exceptionnelle, la Norvège seule a pris quelques mesures. C'est ainsi que, dans les postes d'équipage des navires norvégiens, existent, depuis un an, des crachoirs. En Angleterre, les hygiénistes n'ont pas été écoutés quand ils réclamaient un cubage d'air supérieur à deux mètres cubes par homme; le nouveau règlement n'apporte aucune amélioration à ce sujet : la désinfection des postes, des literies, n'a lieu que si le navire a été déclaré contaminé, alors qu'on devrait l'accomplir chaque fois que le navire arrive au port d'attache, c'est-à-dire change d'équipage.

En France, le décret du 21 janvier 1896 a complètement remanié le règlement sanitaire maritime. Ce décret complet et corrige heureusement celui de 1876 qui, bien que ne datant que de vingt ans, se trouvait en désaccord avec les idées actuelles. Il prescrivait des quarantaines de rigueur et des quarantaines d'observation à l'égard de tous les navires venant des régions suspectes ou contaminées. Ces navires étaient donc tous considérés comme infectés. Au contraire, le nouveau décret différencie les navires suspects des navires infectés, les premiers n'ayant pas eu, au moment de leur arrivée, de cas confirmés de choléra depuis sept jours, de peste ou de fièvre jaune depuis neuf jours. Ces navires suspects ne subissent plus d'observation et sont admis à la libre pratique immédiatement après la désinfection. Quant aux navires infectés, ils sont astreints à une quarantaine; mais celle-ci ne dépasse pas cinq jours après la désinfection. La différence fondamentale entre les deux législations réside dans ce fait que, dans l'ancienne, la désinfection n'était que facultative et exceptionnelle, et la quarantaine toujours obligatoire, — tandis que dans la nouvelle, l'isolement est exceptionnel et la désinfection obligatoire.

Cette suppression des entraves imposées au commerce n'a pu se faire qu'en prenant de nouvelles mesures sanitaires au départ des navires et pendant la traversée. On a voulu que ces mesures fussent contrôlées par un officier sanitaire compétent. D'où la création d'un corps de médecins sanitaires maritimes, devant embarquer sur tout navire à passagers faisant plus de quarante-huit heures de mer. Le médecin, pourvu d'un diplôme spécial, pris sur une liste spéciale rédigée par le Ministère de l'Intérieur, est chargé d'une importante mission; ses devoirs sont nettement définis par le règlement : refus d'embarquer des passagers ou des objets suspects, service de désinfection à bord, déclaration à l'arrivée, etc. Mais le médecin sanitaire reste l'agent de la Compagnie; il est choisi par elle, payé directement par elle. Il peut être remercié s'il accomplit trop scrupuleusement ses fonctions, s'il est consciencieux. Le résultat de cette création est nul, parce que le Ministre n'a pas voulu pousser la réforme jusqu'au bout : rendre le médecin indépendant de la Compagnie, en faisant de lui un fonctionnaire comme l'agent des postes, libre d'accomplir son devoir sans risquer de perdre sa position. En réalité, les avantages offerts aux médecins sanitaires sont si faibles que jusqu'ici très peu de médecins navigants se sont présentés devant les jurys : le règlement n'a pu être appliqué.

Louis Olivier.

¹ Nocht: Die gesundheitlichen Verhältnissen in der Handelsmarine. *Deutsche Vierteljahrh. f. öffentl. Gesundheitsw.*, 1897.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bourget (Henry), Agrégé de l'Université, Aide-astrologue à l'Observatoire de Toulouse. — *Sur une classe particulière de Groupes hyperabéliens.* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 brochure in-4° de 92 pages. Gauthier-Villars et fils, imprimeurs, Paris, 1898.

La seule substitution birationnelle qui existe, quand il y a une seule variable, est la substitution linéaire fractionnaire S_1 . Quand on prend deux variables, les substitutions birationnelles forment une vaste catégorie à laquelle M. Cremona a donné son nom. Il suffit d'ailleurs d'envisager les seules substitutions quadratiques Cremona, S_2 , car, d'après Noether, elles peuvent reproduire toutes les autres.

M. Poincaré a, comme on sait, sur la considération de la substitution S_1 , édifié toute la théorie des groupes fuchsien et des fonctions fuchiennes d'une variable complexe. Après lui, d'autres géomètres (M. Picard, etc.....) ont tenté de fonder sur la considération des substitutions S_2 la théorie des groupes hyperfuchsien ou hyperabéliens et des fonctions hyperfuchiennes et hyperabéliennes de deux variables complexes. Il va sans dire que le problème se complique quand le nombre des variables augmente.

Voilà sur quel domaine se place M. Bourget, et voici comment il circonscrit le champ de ses recherches.

Prenons une courbe algébrique de genre deux; il y a quatre périodes ω des intégrales abéliennes et trois périodes τ des intégrales normales. Le groupe Γ des collinéations (à coefficients entiers, à déterminant ± 1) effectuées sur les ω se traduit sur les τ par un groupe T de substitutions non linéaires. On particularise d'une certaine façon T , de façon que les substitutions de T se traduisent sur deux variables convenablement choisies par un groupe G de substitutions S_2 . T a alors la propriété de transformer en elle-même une certaine forme quadratique quaternaire à coefficients entiers.

La thèse comporte l'étude approfondie et simultanée des groupes T et G ; les allures de l'un et de l'autre se correspondent. T et G sont isomorphes avec hémiédrie; ils sont discontinus; ils ont cinq substitutions fondamentales qui suffisent à reproduire toutes les autres.

Sont introduites ensuite les fonctions du groupe G . Ce sont les fonctions F à deux variables qui se comportent vis-à-vis de G comme la fonction fuchsienne à une variable se comporte vis-à-vis du groupe fuchsien des substitutions S_2 .

Découvrait une relation algébrique générale entre deux fonctions fuchiennes d'un même groupe fuchsien, M. Poincaré a, du même coup, représenté les deux coordonnées d'un point sur une courbe algébrique quelconque, par des fonctions fuchiennes d'un même paramètre. C'est une des grosses découvertes mathématiques du siècle.

Parallèlement, entre trois fonctions F d'un même groupe G existe une relation algébrique Ω (qui, probablement, n'est pas la plus générale). Cela permet d'exprimer les trois coordonnées d'un point sur une certaine surface algébrique par des fonctions F de deux paramètres. On voit combien est intéressante l'étude des groupes G et des fonctions F .

Se tenant constamment dans un ordre d'idées à la fois élevé et fécond, s'inspirant des découvertes les plus récentes et les plus importantes de la science, M. Bourget a fait une thèse remarquable; il mérite les plus vives félicitations.

LÉON AUTONNE,

Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Lyon.

2° Sciences physiques

Thompson (Silvanus P.), Membre de la Société Royale de Londres, Professeur de Physique à The City and Guilds Technical College de Londres. — *Light visible and invisible.* — 1 vol. in-12 de 294 pages avec 138 figures. Prix relié : 7 fr. 50.) Macmillan et C^{ie}, éditeurs, Londres, 1898.

Les alternatives de vogue et d'oubli d'une science sont loin de concorder avec la réalisation d'un grand progrès théorique. Fresnel et Maxwell sont restés ignorés de la foule. Hertz n'a pas percé jusqu'à elle. Mais, que Marconi applique les travaux de toute une génération de savants au problème pratique de la Télégraphie, alors on se doute qu'une nouvelle science a été créée dans l'ombre des laboratoires, et l'on exhume péniblement des noms immortels. La découverte mise au point par Röntgen a le sort enviable de tout ce qui semble merveilleux. Elle est devenue rapidement populaire, et, plus encore que les travaux sur les ondes électriques, a attiré l'attention du public sur cette admirable science de l'Optique dont chaque année de notre siècle aura hâté le développement.

Au moment où l'on s'effrite d'une belle ardeur pour l'étude du spectre, que les travaux de la dernière décennie ont prodigieusement étendue, il y avait un formidable arrière à liquider. Depuis Fresnel, l'Optique n'avait point été aussi populaire, et il fallait saisir l'occasion pour faire pénétrer dans le public de saines notions de science.

C'est ce qu'a entrepris avec beaucoup de succès l'éminent professeur du Collège de la Cité. L'enseignement populaire, mis en honneur à l'Institution Royale de Londres par des maîtres comme Faraday et Tyndall, y est toujours cultivé par de dignes émules. Sans sacrifier rien à la rigueur des principes, les professeurs admis à l'honneur d'y enseigner s'ingénient à trouver des expériences propres à convaincre et à créer dans la mémoire des points de repère auxquels s'accrochent les idées.

C'est en réalité un cours complet d'Optique qui est résumé dans l'ouvrage de M. Thompson. La propagation de la lumière, sa réflexion, sa réfraction et sa polarisation y sont d'abord exposées et démontrées sans que le terme lumière signifie encore autre chose que ce que voient nos yeux. Ainsi, la question reste simple, et c'est seulement dans les esprits bien préparés que le spectre invisible fait son entrée : la partie ultraviolette d'abord, pour l'étude de laquelle les méthodes sont à peu près celles qui ont servi pour le spectre visible, puis la partie infra-rouge, où de nouveaux instruments sont nécessaires, piles thermo-électriques et bolomètres. Sans transition, pour montrer que l'on est resté dans le même domaine, on passe aux ondes hertziennes qui terminent le chapitre. Enfin, dans une partie séparée, l'auteur traite de la lumière de Röntgen, pour la théorie de laquelle il se rattache à l'idée de Sir G.-G. Stokes, des chocs séparés, non périodiques.

Cette analyse ne donnerait une idée approximative de l'ouvrage que si nous pouvions décrire ici les ingénieuses expériences de démonstration imaginées ou rassemblées par l'auteur. Nous en indiquerons quelques-unes :

Un flacon plat contient deux liquides superposés, l'un rouge (solution d'aniline dans l'alcool amylique), l'autre vert (solution de chlorure de cuivre dans l'acide chlorhydrique dilué). Placé sur le trajet d'un pinceau de lumière blanche, le flacon laisse passer une bande rouge et une bande verte. Mais, si l'on mélange les

deux liquides, toute la lumière est absorbée. Au bout d'un instant, les liquides sont à nouveau séparés.

Le rôle du polariseur et de l'analyseur est démontré à l'aide de deux caissettes munies de fentes et traversées l'une derrière l'autre, à une petite distance et traversées par une corde faiblement tendue. On communique à cette dernière une vibration transversale quelconque, qui subsiste en partie après la première fente. Elle se conserve intégralement après la seconde si les fentes sont parallèles, mais s'éteint si elles sont à angle droit.

La propagation des ondes de l'éther est illustrée par d'ingénieux modèles comprenant, entre autres, un excitateur et un résonateur, et rien n'est gracieux comme l'entraînement successif d'une série de boules suspendues à des fils, et qui transmettent de proche en proche l'onde pendulaire partie d'une extrémité.

L'abondance des figures très claires, l'élégance de l'impression rehaussée par plusieurs portraits, dont un très remarquable de Sir W. Crookes, et le prix modique de l'ouvrage, achevèrent d'en assurer le succès.

Ch.-Ed. GUILLAUME,

Physicien

au Bureau international des Poids et Mesures.

Landolt (H.), Professeur à l'Université de Berlin. — *Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen und dessen praktischen Anwendungen.* (Le Pouvoir rotatoire des corps organiques et ses applications.) — 1 vol. in-8° de 635 pages. (Prix relié : 44 fr.) F. Vieweg et Sohn, éditeurs. Braunschweig, 1898.

Cet ouvrage est la seconde édition d'un volume publié en 1879, alors que les théories de MM. Le Bel et Van't Hoff (1874) recevaient les premières confirmations de l'expérience. Depuis cette époque, la Stéréochimie a donné un intérêt tout particulier à l'étude des corps actifs; de nombreux travaux ont paru sur ces sujets; des données expérimentales très importantes ont été établies. Le moment était donc venu de jeter un coup d'œil sur le chemin parcouru et de résumer, d'une façon un peu complète, tout le travail accompli. C'est cette tâche que M. Landolt s'est imposée, et telle est l'importance des travaux qu'il fallait embrasser, que le savant professeur de Berlin a jugé convenable de se faire aider par plusieurs collaborateurs : MM. Schönrock, Lindner, Schütt, Berndt et Posner. Nul n'était, du reste, mieux désigné pour diriger ce grand travail de revision, que l'auteur des *Physikalisch-Chemischen Tabellen*.

Conformément au titre même de l'ouvrage, l'auteur a tenu à rester avant tout sur le terrain solide de l'expérience; le Traité de M. Landolt s'adresse donc essentiellement, et en premier lieu, à tous ceux qui s'occupent de recherches expérimentales sur le pouvoir rotatoire; néanmoins, toutes les conceptions théoriques relatives aux corps actifs y sont très clairement et sobrement exposées, et surtout appuyées de toutes les vérifications qu'elles comportent. Voici, dans ses grandes lignes, le plan général de cette belle publication :

La première partie est consacrée aux considérations générales sur l'activité optique : mesure du pouvoir rotatoire, classification générale des corps actifs, nature du pouvoir rotatoire (asymétrie de Pasteur), carbone asymétrique et azote asymétrique, modifications optiques. Le dernier chapitre sur les modifications optiques est particulièrement intéressant; c'est la première fois qu'on publie une monographie aussi complète des propriétés générales des isomères optiques; ceux-ci sont étudiés d'une façon détaillée au point de vue de leurs principales propriétés (densité, action physiologique, solubilité, poids moléculaire, fusibilité, etc.); les conditions dans lesquelles se forment les corps racémiques, ainsi que celles dans lesquelles on en peut opérer le dédoublement, sont soigneusement analysées à la lumière de tous les faits expérimentaux connus; c'est ainsi que l'auteur arrive à la conclusion que les corps racémiques ne subsistent probablement pas à l'état

liquide et ne forment plus alors que des mélanges inactifs d'un corps droit et d'un corps gauche.

La seconde partie traite des lois physiques du pouvoir rotatoire; c'est un résumé, fort bien fait, des meilleurs travaux publiés jusqu'à présent, pour la démonstration expérimentale de ces lois.

La troisième partie a pour titre : « Valeur numérique du pouvoir rotatoire; pouvoir rotatoire spécifique ». L'auteur y résume les principales recherches qui mettent en évidence l'influence des dissolvants sur le pouvoir rotatoire; le rôle de la concentration, de la nature du dissolvant, de la température s'y trouvent tour à tour étudiés, d'abord à un point de vue purement expérimental; les causes des variations du pouvoir rotatoire dans ces diverses conditions sont ensuite analysées. L'auteur indique parmi ces causes : la dissociation électrolytique, la décomposition de molécules complexes en molécules simples, la polymérisation, la formation de composés avec le dissolvant, enfin la possibilité de changements survenus dans la forme d'équilibre des molécules actives. La troisième partie se termine par deux chapitres très complets, dans lesquels se trouvent résumés les travaux relatifs à la multirotation et aux relations entre la constitution chimique et le pouvoir rotatoire.

Dans la quatrième partie sont étudiés, dans tous leurs détails, les divers types d'appareils qui servent à mesurer les pouvoirs rotatoires; polarimètres et saccharimètres divers, modes d'éclairage, mesure de la dispersion rotatoire, étude des causes d'erreur, etc.

La cinquième partie traite des applications des méthodes polarimétriques à l'analyse chimique : saccharimétrie et déterminations diverses.

La sixième et dernière partie enfin donne un résumé fort étendu de valeurs numériques du pouvoir rotatoire des corps actifs connus. L'auteur semble avoir eu comme préoccupation de faire une sélection parmi les meilleurs travaux parus sur ce sujet; certaines mesures ont été, sans doute, laissées de côté avec intention. Même sous cette forme, les tables qui constituent la sixième partie forment, néanmoins, le recueil le plus complet de données polarimétriques qui ait été publié jusqu'à présent.

Si nous ajoutons que d'un bout à l'autre de l'ouvrage la bibliographie des divers sujets traités est toujours indiquée d'une façon très détaillée, que toutes les données numériques ont été transcrites avec une exactitude remarquable, autant que nous avons pu en juger, par une première lecture, qu'enfin le volume se termine par un index alphabétique, à l'aide duquel on peut rapidement s'orienter sur telle ou telle question spéciale, nous aurons fait comprendre — nous le désirons du moins — que l'ouvrage de M. Landolt constitue un traité classique, indispensable à tous les chercheurs qui, à un titre quelconque, ont à faire un usage fréquent du polarimètre, ou qui désirent s'orienter d'une façon exacte dans toutes les questions théoriques ou pratiques soulevées par l'étude des corps actifs.

PH.-A. GUYE,
Professeur à l'Université de Genève.

3° Sciences naturelles

De Launay (L.), Ingénieur des Mines, Professeur à l'École nationale supérieure des Mines. — *Les Diamants du Cap.* — 1 vol. in-8° de 226 pages avec 49 figures. (Prix : 10 fr.) Baudry et Cie, éditeurs. Paris, 1898.

L'année dernière, nous rendions compte d'un ouvrage de M. de Launay sur les *Mines d'Or du Transvaal*; un an après, le même auteur publie un livre relatif aux diamants du Cap et constituant le complément nécessaire du premier. Ce nouveau volume mériterait une analyse détaillée, mais, comme M. de Launay a publié ici même une remarquable étude sur le même

¹ Livraison du 15 juillet 1897.

sujet, nous nous contenterons d'en indiquer en quelques lignes l'économie générale.

Après un important chapitre sur l'histoire et l'organisation commerciale actuelle de l'industrie diamantifère du Cap, l'auteur étudie successivement la géologie des gisements, leur mode d'exploitation, le traitement des minerais, le personnel ouvrier et les mesures pour prévenir les vols de diamants. L'ouvrage se termine par un aperçu des divers gisements de diamants en dehors de l'Afrique australe (Brésil, Inde, Bornéo, etc.), et par des conclusions géologiques sur le mode de formation des diamants du Cap. Pour expliquer ce mode de formation, M. de Launay fait intervenir les conditions dans lesquelles la synthèse du diamant a été réalisée il y a peu d'années par M. Moissan.

Comme on le voit, l'ordonnance des matières est à peu près la même que dans le livre sur les *Mines d'Or du Transvaal*. De nombreuses figures facilitent la lecture du volume et, dans le nombre, nous signalerons d'intéressantes photographies des mines de Kimberley aux divers stades de l'exploitation.

EMILE HAUG,

Maître de conférences à la Faculté des Sciences
de l'Université de Paris.

Behérain (Henri). — *Le Soudan égyptien sous Mehemet Ali* (Thèse de doctorat présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris). — 1 vol. in-8 de XII-385 pages. G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1898.

Depuis une quinzaine d'années, le pays conquis par les Berberches, l'ancien Soudan Égyptien, est une des contrées africaines qui ont le privilège de retenir le plus constamment l'attention publique. L'effondrement de la domination égyptienne, la conduite admirable et finitule dévouement de Gordon, la conquête de Khartoum par les partisans du Mahdi, l'établissement d'un régime théocratique dans le Soudan oriental, enfin, à l'heure actuelle même, la complète décadence de ce nouveau régime, voilà les faits qui, depuis l'année 1881, se sont rapidement succédés dans cette partie de l'Afrique, et qui en légitiment l'étude.

A quelque point de vue qu'on l'envisage, qu'on cherche à en connaître la géographie, — au sens le plus large du mot, — ou qu'on en retrace l'histoire, le Soudan égyptien mérite donc de devenir le sujet de longues et patientes recherches, l'objet d'un ouvrage sérieusement préparé. C'est ce qu'a compris M. Henri Behérain; avant de rédiger son livre sur *Le Soudan Égyptien sous Mehemet Ali*, il a lu tout ce qui avait été précédemment publié sur le pays, il a dépouillé des journaux de voyage inédits, il a été en Égypte chercher des documents complémentaires et interroger les explorateurs qui ont naguère visité le Soudan oriental; il a, enfin, dans plusieurs revues, traité différents points qui, par un côté ou par un autre, touchent de très près à son sujet et l'encadrent en quelque sorte dans le temps et dans l'espace. La préparation de l'ouvrage a donc été complète. Voyons maintenant comment M. Behérain a compris son sujet.

Le livre se compose de trois parties. L'auteur commence par raconter la conquête du Soudan oriental par les Égyptiens, faisant d'abord connaître les motifs pour lesquels Mehemet Ali a entrepris cette conquête (la cupidité surtout, et aussi le désir d'écartier d'Égypte des troupes indisciplinées), traçant ensuite un état politique détaillé du pays au moment même où y sont entrés les soldats du Pacha, en l'année 1820, — racontant enfin les événements de la conquête elle-même; et ses différentes étapes: au Dongola, au Sennar, au Kordofan.

Après avoir déterminé avec toute la précision possible, à l'ouest et au sud, les limites territoriales du pays soumis par les généraux de Mehemet Ali: Ismail et Mohammed Bey le Delftar, — après avoir étudié les annexions postérieures à l'année 1822, la conquête du Taka et la fondation de Kassala en 1840, l'occupation des ports de Souakim et de Massoua à une date impossible à déterminer exactement, M. Henri Behérain aborde

l'examen, dans la seconde partie de son volume, de l'administration du Pacha dans le Soudan égyptien. Khartoum, la nouvelle capitale de la contrée, la création des conquérants, retient longuement — et à juste titre — son attention; puis, c'est le tour de l'administration du pays, de l'armée qui en assurait la sujétion, enfin de son exploitation commerciale. Mehemet Ali (M. Behérain l'a très heureusement démontré) n'a, en effet, considéré sa conquête que comme un vaste domaine d'exploitation, et il l'a traitée comme tel, y percevant de lourds impôts que l'avidité de ses subordonnés rendait plus lourds encore, en faisant le point de départ de sanglantes et fructueuses razzias dans les contrées insoumises du Sud, s'y réservant le monopole des denrées commerciales (gommes, ivoire, plumes d'autruche), y développant enfin la traite des esclaves, ce qui nuisait à sa popularité auprès des Européens et lui attirait en 1837 les remontrances du consul général anglais Campbell. Malgré tous les efforts de Mehemet Ali, « cette exploitation n'eût pas les résultats qu'il en attendait; le pays ne lui rapporta pas les gros revenus qu'il avait escomptés ». Mais, dès cette époque naquirent dans l'âme des populations indigènes la haine de la domination égyptienne et un désir ardent de secouer le joug, qui facilita singulièrement, à partir de l'année 1881, la conquête du Soudan oriental par le Mahdi Mohammed Ahmed.

Envisagée par les côtés historique et administratif, la soumission du Soudan égyptien n'eût donc pas de conséquences fécondes; elle en a eu, au contraire, de très heureuses au point de vue géographique. Grâce à elle, en effet, la sécurité s'est enfin établie dans une contrée où, naguère, les Européens ne voyageaient pas sans courir les plus grands dangers; grâce à elle sont devenues possibles des explorations ayant pour but la découverte des sources du Nil. C'est à l'examen des idées répandues sur la question des sources vers l'année 1830, puis à l'étude des trois expéditions envoyées par Mehemet Ali sur le Haut-Nil de 1839 à 1842, à la discussion de leurs importants résultats géographiques, à la revue de leurs multiples conséquences économiques immédiates ou postérieures qu'est consacrée la troisième partie de l'ouvrage de M. Henri Behérain.

Pour permettre au lecteur de comprendre l'importance et l'intérêt de ce travail, il était nécessaire d'en donner une rapide analyse; mais il ne convient pas d'insister également ici sur toutes les parties du livre. Nombre de pages du volume présentent un intérêt purement historique et sortent par conséquent du cadre de cette *Revue*, tandis que les chapitres relatifs à la ville de Khartoum et à la recherche des sources du Nil y rentrent, au contraire, complètement. Examinons donc ces chapitres d'un peu plus près.

C'est en réalité une véritable monographie de Khartoum que le long chapitre consacré (p. 117-149) par M. Henri Behérain à la capitale du Soudan égyptien. Placé sur la rive gauche du Nil Bleu, dans une plaine unie et spacieuse, au centre de la contrée, communiquant aisément, par les fleuves qui confluent un peu en aval, avec les différentes provinces du pays conquis par les troupes de Mehemet Ali, Khartoum a été, malgré l'insalubrité de son climat chaud, humide et désagréable, malgré aussi le danger que présentent les crues du Nil, le point de concentration des services administratifs et d'approvisionnement du Soudan égyptien. Cette ville cosmopolite a également été un centre très important d'exploration, mais dont (chose digne de remarque) l'étude scientifique n'a jamais été complètement achevée. La preuve en est que, malgré le grand nombre des voyageurs ayant séjourné ou passé à Khartoum, le prix fondé par le regretté Antoine d'Abbadie « pour la mesure des débits comparatifs du fleuve Blanc et du fleuve Bleu, à Khartoum, en y joignant, à la même époque de l'année, le débit, en aval, de ces deux fleuves réunis », n'a jamais pu être décerné par la Société de Géographie. M. Behérain eût peut-être bien fait de noter le fait en passant.

De même, dans la troisième partie du livre (*La découverte des sources du Nil*), l'auteur aurait pu glisser moins rapidement sur certains points. Il aurait dû, après avoir rendu pleine justice au D^r Baumann (p. 220), discuter les prétentions de M. Lionel Dolel relativement à la reconnaissance des origines les plus méridionales du grand fleuve; il aurait pu encore, à l'aide des renseignements contenus dans le *Mouvement géographique*, montrer succinctement (p. 345) comment le marché d'ivoire d'Anvers s'est placé au premier rang, avant ceux de Londres et de Liverpool. Peut-être aussi M. Dehérain aurait-il dû être plus précis (p. 227-228) sur ces aspirations des Français du XVIII^e siècle vers Tombouctou, dont tous les ouvrages publiés sur l'Afrique occidentale, depuis celui du P. Labat, et des documents inédits fournissent des preuves indéniables. Ce sont là — hâtons-nous de le reconnaître — de petites chicanes de pur détail; il ne serait pas absolument impossible de les multiplier; mais à quoi bon? Mieux vaut déclarer en toute franchise que l'étude faite par M. Henri Dehérain des explorations du Bimabachi-Sélim et de l'ingénieur voyageur français d'Arnand est neuve sur bien des points, et tout à l'honneur du sens critique et de l'érudition de l'auteur. Voilà un chapitre de l'histoire géographique des découvertes au XIX^e siècle écrit d'une manière définitive.

Ne serait-ce que pour ce motif, il faudrait remercier M. Henri Dehérain de la publication de son travail; il convient de l'en féliciter pour d'autres raisons encore. Le *Soudan Egyptien sous Mehemet Ali* vient, en effet, combler une lacune de notre littérature géographique, coloniale et historique; c'est un livre plein de renseignements précieux, et appelé à rendre de réels services, un bon livre et vraiment fait de main d'ouvrier.

HENRI FROIDEVAUX,

Agrégé d'Histoire et de Géographie,
Docteur en lettres.

4^e Sciences médicales

Proust (A.), Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Académie de Médecine, et **Ballet (Gilbert)**, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'Hôpital Saint-Antoine. — *L'Hygiène du Neurasthénique*. — 1 vol. in-16 de 282 pages. (Prix : 4 fr.) (Bibliothèque d'Hygiène thérapeutique.) G. Masson et C^o, éditeurs, Paris, 1898.

La maladie, dont on ignore au fond la vraie nature, doit consister en un trouble de nutrition des éléments nerveux; elle exige moins une thérapeutique médicamenteuse qu'une bonne hygiène physique et morale, une influence suggestive. Les auteurs, résumant les travaux de leurs devanciers, passent en revue : 1^o l'étiologie. Importance de l'hérédité neuro-arthritique, qui n'est pourtant qu'une cause prédisposante; le facteur principal est le *surmenage*; mais le surmenage intellectuel est une cause très secondaire, la véritable est d'ordre affectif : les auteurs insistent sur l'importance des passions dépressives. La neurasthénie atteint plus les hommes que les femmes : pour celles-ci, le meilleur traitement est celui de Weir Mitchell ; 2^o les *stigmates*. Ils sont connus : ce sont le caque neurasthénique, l'irritation spinale, l'atonie gastro-intestinale (Bouveret) caractérisée par des troubles de la sécrétion chlorhydrique, les dysesthésies variées; dans les organes des sens : l'asthénopie neurasthénique; 3^o la *pathogénie*. Toutes les théories ne sont que des explications partielles, aussi bien la théorie *gastrique* (Bouchard, Hayem) que *génitale* (Beard) ou *vaso-motrice* (Anjel). — L'hygiène doit s'appliquer d'abord au physique : les auteurs insistent sur les dangers de l'internal pour les enfants, réclament le « système familial », ils rappellent les avantages de l'hydrothérapie (contestables, pourtant, avec l'eau tiède). Quant à l'hygiène morale, elle est

aussi importante que négligée; la vraie thérapeutique consiste dans l'éducation de la volonté par suggestion à l'état de veille. Le seul traitement efficace de la neurasthénie est la *psychothérapie* indirecte (par les mesures d'hygiène conseillées) et surtout directe (par l'influence du médecin). Quant à l'hypnotisme, il ne saurait être un mode de traitement général, il n'a d'heureux effets que dans certains cas spéciaux; — au reste les neurasthéniques ne sont pas susceptibles du vrai somnambulisme provoqué, il ne s'agit jamais que de suggestion à l'état de veille. L'alimentation normale mixte doit être maintenue. En fait de *médication*, seul l'acide chlorhydrique peut être de quelque utilité. Le climat des montagnes est le plus salubre. D^r PIERRE JANET.

Delobel (J.) et Cozette (P.). — *Vaccine et Vaccination*. — 1 vol. in-18 de 208 pages de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.) G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris, 1898.

Après un court historique de la variole et de sa distribution géographique, et de la variolisation, les auteurs étudient avec détails la découverte de la vaccination jennérienne, dont ils démontrent les bienfaits par des tableaux de statistique remontant jusqu'au siècle dernier. Ils exposent ensuite l'évolution de la vaccine chez l'homme avec ses modifications et ses complications. La nature du vaccin se trouve traitée d'une façon très complète au double point de vue anatomo-pathologique et microbiologique. Les relations de la vaccine et de la variole sont examinées avec soin. L'immunité et l'immunisation vaccinale sont également l'objet d'une étude toute particulière. Un chapitre spécial est consacré à l'action thérapeutique de la vaccine dans les maladies infectieuses.

Après avoir conclu à la supériorité du vaccin animal, les auteurs parlent de l'opération de la vaccination, de ses indications, contre-indications, des précautions à prendre, etc. Les dernières recherches sur la sérothérapie de la variole y sont passées en revue.

Dans une deuxième partie, MM. Delobel et Cozette étudient la production du vaccin animal, sa culture, sa récolte et sa conservation. Le choix et l'hygiène des animaux vaccinifères, leur inoculation, sont l'objet de toute leur attention. L'examen clinique est indiqué minutieusement afin d'éviter la transmission de la tuberculeuse par le vaccin animal, transmission qu'ils considèrent d'ailleurs comme « improbable ». Après avoir étudié les différents procédés de conservation du vaccin à l'état sec et à l'état liquide, la préparation de la pulpe vaccinale glycéinée liquide, les auteurs ont traité dans un dernier chapitre la question du transport du vaccin. L'ouvrage se termine par un projet d'installation d'un Institut vaccinal, avec un plan.

Les diverses parties de cet ouvrage sont bien coordonnées et, quoique succinctes, sont néanmoins complètes. Dans un index bibliographique, les auteurs indiquent les sources où ils ont puisé et donnent ainsi au lecteur, désireux d'approfondir un point spécial, un moyen de vérification par la lecture des travaux originaux.

Ce petit volume fait le plus grand honneur à MM. J. Delobel et P. Cozette. Il leur a fallu une connaissance très complète de tout ce qui se rapporte à la vaccine et à la variole, et le talent de dire beaucoup en peu de mots pour réussir à condenser tant de faits et d'idées dans un volume d'un format si restreint. Et ils ne se contentent pas de rapporter, ils critiquent et, en maints endroits, montrent et de la perspicacité et de l'originalité. En terminant cette analyse, forcément très incomplète, nous félicitons les jeunes auteurs et souhaitons à leur ouvrage le succès qu'il mérite.

M. KAUZYAN,
Professeur de Physiologie
à l'Ecole vétérinaire d'Alfort.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 Mars 1898.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Bigourdan annonce qu'on est parvenu à reconstituer en entier les *Annales célestes* du XVII^e siècle, de Pingré. Cet ouvrage renfermant de riches séries d'observations, dont la plupart ne se retrouvent pas ailleurs, il y aurait lieu de l'imprimer, afin de faciliter sa diffusion. — M. Radau présente un rapport sur un mémoire de M. Gonnessiat, relatif aux lois de variations de la latitude. L'auteur s'est servi des mesures de distances zénithales faites pendant douze ans au cercle méridien de l'Observatoire de Lyon. Il a vérifié la loi de Chandler, mais il a, de plus, constaté l'existence de deux oscillations à périodes plus longues. — M. Krüger envoie une note sur l'ellipsoïde de Jacobi, où il confirme et développe les résultats remarquables obtenus par E. Roche dès 1849. — M. F. Marotte indique une méthode simple pour déterminer le groupe de rationalité des équations différentielles linéaires du quatrième ordre. Il montre que les équations du quatrième ordre se partagent en sept catégories, suivant la nature de leur groupe de rationalité: il y a donc sept catégories de points singuliers. — M. C. Guichard continue l'étude des congruences conjuguées aux réseaux. — M. J. Le Roux indique un procédé de détermination des invariants des équations linéaires aux dérivées partielles à deux variables indépendantes d'ordre supérieur. — M. L. Schlesinger montre qu'on peut résoudre un problème posé par Riemann dans son mémoire posthume à l'aide des mêmes principes qui ont permis à M. Poincaré d'intégrer chaque équation différentielle linéaire par les fonctions γ fuchsienues. — MM. J. Perchot et W. Ebert, en appliquant certaines intégrales premières des équations de la dynamique à deux variables à un cas particulier du problème des trois corps, arrivent à concevoir certaines causes de la non-existence des intégrales uniformes ou algébriques, par rapport aux vitesses et aux coordonnées.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Michel Lévy annonce que le sismographe avertisseur Kilian et Paulin installé à Grenoble s'est mis en marche le vendredi soir 4 mars; ce phénomène coïncide avec un tremblement de terre, survenu dans la vallée du Pô dans la nuit du 4 au 5 mars. — MM. Crova et Coman ont étudié le pouvoir absorbant du noir de fumée pour la chaleur rayonnante. Une couche de noir, préparée de la manière ordinaire, peut donner des pertes d'absorption atteignant jusqu'à 0,1. Des couches légères, lavées successivement à l'alcool, donnent un enduit assez résistant et une absorption de plus en plus complète; la perte d'absorption ne peut s'abaisser au-dessous de 0,02. Le noir de platine, enfumé et lavé à l'alcool, permet d'arriver à la même limite avec un nombre moindre de couches. — M. E. Carvalho a fait de nouvelles mesures, d'une grande précision, sur la dispersion infra-rouge du quartz. Les valeurs qu'il en déduit pour la biréfringence concordent remarquablement avec celles qu'on calcule par extrapolation de la formule de M. Macé de Lépinay, tirée des observations sur le spectre visible et ultraviolet. — M. H. Pellat a constaté que, si l'on introduit une quantité de fer, même petite, dans l'axe d'une bobine parcourue par un courant de haute fréquence, la formule classique, qui donne l'intensité I du courant oscillant en considérant le coefficient de self-induction L comme une constante, ne peut plus servir. Cela tient à ce que le fer s'aimante dans un champ magnétique

de haute fréquence, contrairement à ce que l'on supposait, et que l'hystérésis vient faire varier la valeur de L . — M. P. Janet donne les résultats de l'application de sa méthode à la mesure de la température des lampes à incandescence. Les nombres obtenus varient entre 1.610° et 1.720°. Ces valeurs se rapprochent de celles obtenues par M. H. Le Châtelier. — M. André Broca a répété les expériences de M. Birkeland sur les cathodes placées dans des champs magnétiques. Suivant lui, ces cathodes émettent deux espèces de rayons: ceux de première espèce, qui s'enroulent autour de la ligne de force du champ magnétique, et ceux de seconde espèce qui suivent cette ligne de force. Ces derniers rayons forment un foyer très étroit et très puissant, susceptible de fondre le verre. — M. Ch.-Ed. Guillaume a étudié les variations de volume des aciers-nickel irréversibles. Les expériences montrent que les aciers au nickel irréversibles peuvent posséder, entre des limites de température étendues, une infinité d'équilibres qu'ils conservent presque sans modifications tant que l'alliage ne coupe pas, aux températures élevées ou basses, deux courbes de transformation le long desquelles toutes ses propriétés changent graduellement et simultanément. Ils possèdent, de plus, des équilibres instables qui peuvent être rompus brusquement et auxquels une transformation presque instantanée met un terme. — M. Eug. Dumont a fait l'étude des propriétés magnétiques des aciers au nickel. A égale distance du point de perte totale de magnétisme, tous les alliages réversibles ont même perméabilité magnétique. La perméabilité pour les alliages recuits contenant 27 à 44 % de nickel augmente avec la teneur en nickel. — M. A. Ditté a constaté que, si l'on introduit du sulfate de chaux dans une solution de chlorure de potassium, ce dernier est décomposé en partie; il se forme du chlorure de calcium et du sulfate de potasse qui s'unit au sulfate de chaux pour former un sel double $\text{CaSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, qui cristallise. Il s'établit un équilibre dans lequel la concentration du chlorure alcalin et la formation du sel double jouent un rôle considérable. Des faits analogues se produisent avec le bromure et l'iodure de potassium et le chlorure de sodium. — M. P. Lebeau a préparé le glucinium par électrolyse du fluorure double de glucinium et de sodium dans un creuset de nickel avec électrode de charbon. Le même procédé permet d'obtenir ces alliages en se servant d'un creuset de charbon renfermant le métal à allier à l'état de fusion. — M. M. Nielloux décrit un nouveau procédé de dosage des faibles quantités d'oxyde de carbone. Il consiste à oxyder l'oxyde de carbone par l'acide iodique anhydre chauffé à 150° et à doser l'iode mis en liberté par la méthode de Rabourdin. — MM. Gin et Leleux ont constaté que les carbures de baryum et de manganèse ne peuvent être volatilisés à l'état combiné; ils sont dissociables aux températures élevées du four électrique; leur température de dissociation est inférieure à celle de la volatilisation du carbone. — M. M. Berthelot a étudié l'action chimique exercée par l'effluve électrique sur les mélanges d'aldéhydes et d'azote. Tous les aldéhydes expérimentés ont fixé de l'azote, en formant des composés condensés, amides ou amines, de l'ordre des dérivés ammoniacaux des aldéhydes et spécialement des glycosines, glyoxalines et polyamines peu hydrogénées. La fixation de l'azote sur les aldéhydes ne provoque que des pertes d'hydrogène bien moins marquées qu'avec les carbures et les alcools correspondants. Les homologues supérieurs fixent en général plus d'azote que les homologues inférieurs. Le même auteur a étudié l'action de l'effluve sur les mélanges d'azote

et d'acides organiques. Ces derniers fixent l'azote comme les alcools, les aldéhydes et les carbures d'hydrogène. Cette fixation s'effectue avec des pertes d'hydrogène nulles ou relativement très petites, la présence de l'oxygène tendant à maintenir cet élément dans la molécule, ou à le fixer à l'état d'eau. Il se forme des sels ammoniacaux ou des sels d'amides. — Dans une troisième communication, M. Berthelot indique l'action de l'effluve sur les diélectriques liquides (thérébentine, huile d'olive, alcool absolu). L'effluve agit, comme sur les gaz, en produisant des polymérisations et des séparations d'hydrogène. Mais l'action est plus lente et plus pénible à cause du défaut de conductibilité générale des liquides en présence. — MM. H. Couriot et J. Meunier ont recherché les conditions de l'explosion des mélanges gazeux par les courants électriques. Il est impossible d'allumer un courant de grisou, contenant 80 % de méthane, en le projetant sur un fil métallique porté à l'incandescence par un courant électrique, pas plus que sur l'étincelle de rupture qui a lieu à la fusion du fil métallique. Pour un mélange tonnant de grisou, à l'état stagnant, la simple incandescence d'un fil par le courant n'a pas d'effet, mais l'étincelle qui se produit à la rupture du conducteur incandescent provoque l'explosion. — M. E.-E. Blaise a étudié l'éthérisation de l'acide diméthylsuccinique. Lorsque la molécule est dissymétrique, les deux fonctions acides ont une valeur très différente, le carboxyle tertiaire s'éthérifiant beaucoup plus difficilement que le carboxyle primaire. On peut ainsi déterminer avec facilité si la molécule d'un acide succinique substitué est symétrique ou dissymétrique; dans le premier cas, le rapport de l'éther acide à l'éther neutre est inférieur à l'unité; dans le second, il lui est très supérieur. — MM. G. Bouchardat et J. Lafont ont constaté que l'isobornéol droit de synthèse est constitué par un mélange d'alcool fénolique droit et d'alcool fénolique inactif, ce dernier dans la proportion d'un douzième environ. — MM. A. Desgrez et M. Nicloux ont reconnu, après M. de Saint-Martin, que le sang normal donne à l'analyse une faible proportion d'oxyde de carbone, lequel peut provenir de la décomposition de l'acide acétique. Mais ce gaz se trouve en proportions beaucoup plus grandes dans le sang des animaux chloroformés; on doit donc admettre une décomposition de chloroforme dans l'économie. — M. Ch. Lepierre annonce que le bacille pathogène fluorescent qu'il a décrit autrefois produit de la mucine vraie sur certains milieux, minéraux et peptonisés, tandis que le bacille pyocyanique de MM. Charrin et Desgrez donne de la mucine dans les bouillons de viande. — M. G. Bertrand a fait réagir la bactérie du sorbore sur les alcools plurivalents. Sont seuls oxydés en sucre réducteur les alcools renfermant un chaînon CH.OH disposé de telle manière que, d'un même côté de la chaîne, il n'y ait pas un atome d'hydrogène à côté de l'oxydrite attaquable.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. J. Kuastler étudie l'influence du milieu et des variations sur les Protozoaires. Dans certaines conditions, il a vu ces organismes acquérir des caractères d'une netteté incomparable et leurs organes se différencier d'une façon bien plus nette que toute autre part. — M. Yves Delage répond aux critiques adressées par M. E. Perrier, au sujet de l'homologation des feuillets des larves des Spongiaires. Les feuillets doivent être définis par leurs caractères histologiques, caractères parfaitement objectifs qui présentent une uniformité remarquable dans le règne animal; dans ce cas, il faut bien admettre que le sens de l'invagination s'est renversé. — M. J. Bonnier décrit un nouveau type de Copépode, le *Pionodes motes phormosoma*, qui détermine sur son hôte une véritable galle, comme celle que produit un Cynipide sur une feuille de chêne. — M. A. Chatin poursuit l'étude du nombre et de la symétrie des faisceaux libératoires du pétiole, dans la mesure de la perfection des espèces végétales, par le groupe des Monoclamidées. — M. Dybowski donne quelques renseignements

sur une graminée servant à l'alimentation des indigènes du Soudan. C'est la *Digitaria longiflora* de Poiseon ou *Paspalum longiflorum* de Retz. Elle croît à l'état spontané dans les régions tropicales; on la cultive régulièrement en Guinée française. La composition chimique des graines les rapproche du riz. — M. Le Nordez a découvert une station préhistorique au mont d'Huberville (Manche). On y a trouvé une grande quantité de pierres taillées; on croit être en présence des restes d'un atelier de silex.

Séance du 14 Mars 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Laurent présente quelques considérations nouvelles sur un point de la théorie des nombres premiers. — M. J. Hadamard montre comment on peut appliquer la théorie des invariants intégraux à la résolution de plusieurs problèmes fondamentaux de l'Optique géométrique. — M. X. Stouff complète sa dernière note sur les lois de réciprocité. — M. G. Humbert étudie la transformation des fonctions abéliennes et montre que deux surfaces de Kummer peuvent se correspondre point par point sans être transformées homographiques l'une de l'autre, c'est-à-dire sans que les six points doubles situés sur une même conique aient les mêmes rapports anharmoniques dans les deux surfaces.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. H. Pellat et P. Sacerdote étudient l'énergie d'un système électrisé, considérée comme répartie dans le diélectrique. — M. G. Vincent a déterminé la conductibilité électrique des lames minces d'argent et l'épaisseur des couches dites de passage : cette dernière est de 50 μ environ. La résistance spécifique est de 1,45 en prenant comme unité la résistance spécifique de l'argent ordinaire recuit. — M. A. Broca montre, par de nouvelles expériences, que les décharges électriques dans les milieux gazeux ont deux formes de trajectoire stable quand elles traversent un champ magnétique, l'une dans la direction même du champ, l'autre suivant des hélices qui s'enroulent autour de celui-ci. On peut assimiler ce phénomène à celui de Zeeman. — M. A. Angot montre qu'il est illusoire de chercher, aujourd'hui, à vérifier la formule barométrique de Laplace par des ascensions de ballons-sondes portant des instruments enregistreurs. En effet, dans cette formule, on considère comme constantes des quantités qui ne le sont pas et dont il y aurait lieu d'abord de rechercher les lois de variation dans les différentes couches d'air. — M. P. Garrigou-Lagrange a constaté que les observations de 1898 vérifiaient sa théorie des transformations atmosphériques, dans laquelle les anomalies, ou écarts à la pression normale, sont fonctions, en chaque point, des anomalies antérieures. L'auteur prévoit que l'anomalie positive actuelle va poursuivre son mouvement en descendant vers le sud. — MM. Auguste et Louis Lumière adressent une série de photographies stéréoscopiques obtenues par les procédés de reproduction des couleurs par voie indirecte. — M. M. Berthelot a étudié l'action de l'effluve électrique sur les composés azotés en présence d'azote libre. La plupart fixent une nouvelle dose d'azote, quelle que soit leur fonction; on a obtenu ainsi des polyamines, polyamides et dérivés condensés. L'allumine même fixe de l'azote; quelques exceptions ont été observées; la méthylamine et le nitrométhane perdent même de l'azote. Les composés de la série grasse perdent de l'hydrogène en fixant l'azote; les composés de la série aromatique n'en perdent généralement pas. L'absorption augmente avec le nombre des radicaux substitués dans la molécule. — M. A. Gautier utilise déjà depuis longtemps le procédé de dosage de l'oxyde de carbone indiqué par M. Nicloux et qui consiste à l'oxyder par l'acide iodique. Il a pu, avec cette méthode, reconnaître un vingt millième d'oxyde de carbone de l'air. Mais l'acétylène réduit aussi l'acide iodique, et la présence d'éthylène peut empêcher l'oxydation de l'oxyde de carbone; on doit donc soigneusement écarter ces gaz. — M. A. Colson a étudié l'action du gaz sulfhydrique sur le phos-

phate et le pyrophosphate d'argent; la température est le facteur principal de la réaction, car une élévation suffisante produit l'absorption complète du gaz avec formation de sulfure d'argent. — M. Ch. Zettl a préparé un nouveau silicure de chrome SiCr_2 en chauffant fortement un mélange de cuivre, d'aluminium et de sesquioxyde de chrome dans un creuset de terre réfractaire (qui fournit la silice). Ce composé est très stable et soluble seulement dans l'acide fluorhydrique. — M. G. Urban a soumis à la cristallisation fractionnée le mélange d'éthylsulfates des terres de l'æschyne et de la monazite. Les terres se séparent de la façon suivante, ainsi qu'on l'a constaté au spectroscopie: yttrium, terbium, holmium et dysprosium, erbium, ytterbium. — M. Echsner de Coninck a étudié l'action des hypochlorites à excès d'alcali sur les éthers sulfocyaniques; dans certains cas, il se produit de l'azote, de l'acide carbonique et un acide alkylsulfureux; dans d'autres cas, on obtient un alkylsulfite et du cyanure de sodium. — M. F. Bodroux a préparé quelques éther-oxydes du β -naphthol par l'action d'un bromure ou d'un iodure gras sur le naphthol β dissous dans la potasse alcoolique. — M. G. Bertrand a constaté que le corps produit par l'oxydation de la glycérine au moyen de la bactérie du sorbose est de la dioxycétone $\text{Cl}^{\text{H}}\text{OH} - \text{CO} - \text{CH}^{\text{H}}\text{OH}$.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau démontre, par de nouvelles expériences, qu'à l'encontre de la théorie des poids et des substitutions isodynamiques deux rations de valeur énergétique très différente sont capables d'entretenir à peu près également bien un sujet qui travaille. Bien plus, il peut arriver que l'entretien soit incomparablement plus avantageux avec la ration la moins favorisée au point de vue de la valeur énergétique. Ainsi le sucre est supérieur à la graisse au point de vue nutritif. — M. J. Babeau a étudié les modes d'élimination de la chaux dans le rachiidisme. Il peut y avoir : 1^o élimination de la chaux en excès par les urines, correspondant à la désassimilation de la chaux qui entre dans la constitution de la charpente osseuse; 2^o élimination de la chaux en excès par les fèces, correspondant à un défaut d'absorption de la chaux. — M. J. Hausser a songé à utiliser comme titre des terres cuites au-dessous de leur température de fusion; un grand nombre de matières minérales, calcinées ainsi et réduites en poudre fine, peuvent, en effet, par agglomération mécanique, former d'excellentes parois filtrantes et stérilisantes. La terre d'infusiores (*Kieselguhr*) a donné les meilleurs résultats. — M. E. Perrier répond aux arguments de M. Delage relatifs à l'homologation des feuillets des larves des Spongiaires. — M. A. Pizon a étudié l'embryogénie de la larve double des Diplosomidés (*Ascidies* composées); ses premiers résultats confirment ceux de Salensky sur le développement de l'appareil branchio-intestinal. — Le P. Pautel résume ses recherches sur le clivage de la cuticule chez les Arthropodes. L'existence de ce clivage, en tant que processus temporaire, est mise hors de doute par le phénomène de la mue ou ecdyse. Ce processus a lieu à l'état permanent dans l'armature chitineuse de l'organe antenniforme. — MM. J. Costantini et L. Matruchot exposent leurs essais de culture du *Tricholoma nudum*; ils ont assez bien réussi. Ce champignon constituant une espèce comestible très estimée, les auteurs vont en tenter la culture en grand. — M. Ch. Dassonville a étudié l'action des différents sels sur la structure des plantes. D'une façon générale, les solutions minérales qui se montrent les plus favorables au développement de la plante sont aussi celles qui provoquent en elles une plus grande différenciation. — M. E. Roze a reconnu un nouveau champignon saprophyte qui vit dans les tissus mortifiés des végétaux; il est caractérisé par la fixité et l'immobilité de son plasma, l'absence de tout mycélium et sa division par scissiparité. L'auteur le nomme *Chatinella scissipara*. — M. Marcel Bertrand communique les résultats de l'expédition au Groenland organisée par la Société de Géographie de Berlin sous la conduite de M. de Drygalski. L'expédition a rapporté

en particulier de précieux renseignements sur la structure et le mouvement de la glace. LOUIS BRUNET.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

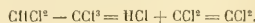
Séance du 28 Janvier 1898.

MM. A. Wyrouboff et A. Verneuil indiquent un nouveau procédé de séparation du thorium et du cérium. Ils ont reconnu que vers 60° le nitrate de thorium est complètement précipité par un excès d'eau oxygénée. — M. Marie a obtenu, par l'action des chlorures d'acides gras ou aromatiques sur l'acide hypophosphoreux ou les hypophosphites, un oxyde jaune de phosphore, insoluble dans les solvants usuels et contenant 90 % de phosphore. L'acide hypophosphoreux à l'état de sel, quelle que soit la base, donne le même rendement en produit. La réaction paraît quantitative. — M. Delépine a constaté que la détermination du poids moléculaire du chloral-ammonique, qui donne une valeur correspondant à $\text{CCl}^3 - \text{CHOH} - \text{AzH}^3$ dans l'acide acétique, donne une valeur double dans le benzène ou le bromure d'éthylène. Il suppose que l'influence perturbatrice est due à la présence d'un groupement alcoolique ou à une condensation moléculaire. — M. Auger, en préparant l'acide formique anhydre par le formiate de plomb et l'hydrogène sulfuré, a obtenu de la trithio-formaldéhyde. Dans la distillation sèche du formiate de plomb il a reconnu qu'il se forme de notables quantités de formaldéhyde. Ce dernier résultat explique le précédent. — M. Ribau dépose un mémoire de M. Kling : Sur l'action du chlorure de titane sur quelques composés organiques, et M. Boudonard deux notes faites en collaboration avec M. P. Schutzenberger : Sur les terres yttriques contenues dans les sables monazités.

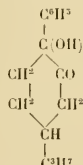
Mémoires présentés à la Société : G. Baugé : Sur un carbonate double de soude et de protoxyde de chrome. — C. Chabrière : Sur un appareil facilitant la séparation des principes organiques naturels. — E. Charabot : Etude sur l'essence de menthe poivrée indigène. — A. Desgrez : Sur la décomposition du chloroforme, du bromoforme et du chloral par la potasse aqueuse. — C. Matignon : Préparation du carbure de sodium et de l'acétylène monosodé. — Action du sodium sur l'acétylène. — A. Reyckler : Pression osmotique et cryoscopie. — Contribution à l'étude des dérivés sulfonés du camphre. — Albert Lévy et F. Marboutin : Sur le dosage de l'oxygène dissous dans l'eau. — H. Causse : Action de l'aldéhyde éthylique sur la phénylhydrazine. — Dosage de la phénylhydrazine. — J. Dupont et Guerlain : Sur l'essence de basilic. — A. et L. Lumière et Seyewetz : Sur une réaction des aldéhydes et des acétones. — F. Reverdin : Sur la migration de l'atome d'iode dans la nitration des dérivés aromatiques. — E. Roca : Sur certains échanges moléculaires entre sels solubles pouvant donner d'autres sels solubles à l'état de pureté. — A. Verley : Application de la méthode de MM. Friedel et Crafts dans la préparation des acétones et des aldéhydes aromatiques sous l'influence du vide. — Action du chlorure d'acétyle sur l'acétate de phényle en présence du chlorure d'aluminium. Préparation du para-acétate de phényle.

Séance du 11 Février 1898.

M. Blondel a préparé les composés $2\text{TiO}^2.3\text{CrO}^3.\text{H}^2\text{O}$, $2\text{TiO}^2.\text{CrO}^3.2\text{H}^2\text{O}$ et $3\text{TiO}^2.\text{CrO}^3.3\text{H}^2\text{O}$ en décomposant à chaud ou en diluant une solution d'acide titanique dans l'acide chromique. Par addition d'ammoniaque à une solution chromique d'acide titanique et évaporation dans le vide, il a obtenu le sel $\text{TiO}^2.3\text{CrO}^3.(\text{AzH}^3)^2\text{O}.\text{H}^2\text{O}$. — M. Monneyrat a reconnu que, dans l'action du chlorure d'aluminium sur le chloral, la formation du bichlorure de carbone n'était pas directe. Il y a d'abord formation de pentachloréthane, puis départ d'acide chlorhydrique d'après l'équation :



M. Mouneyrat a également observé que la transformation du sulfure de carbone en tétrachlorure par le chlore en présence du chlorure d'aluminium marche beaucoup plus facilement qu'en présence de l'iode. De plus, la séparation des produits de la réaction (tétrachlorure de carbone et bichlorure de soufre) est facile à opérer. Le brome, agissant au bain-marie sur le sulfure de carbone en présence du bromure d'aluminium, donne également un peu de tétrabromure CBr_4 . — MM. Wyruboff et Verneuil exposent leurs recherches sur la préparation des oxydes de cérium et sur leur constitution. — M. H. Le Châtelier, à propos d'un mémoire de M. Reyhler, discute les critiques adressées à la théorie des dissolutions de M. Crompton; il conclut qu'il n'y a pas actuellement de motifs pour accepter de préférence l'hypothèse d'Arrhénius de la dissociation en ions. Les deux théories se valent et on ne peut donner la préférence à l'une ou à l'autre. M. Ponsot a discuté dans sa thèse les relations de l'ouvrage de M. Reyhler; il pense qu'on ne peut pas discuter utilement avec ces relations les théories sur la nature des solutions. — M. A. Chassevant décrit un nouvel néomètre et entretient la Société de la précipitation de l'urée par l'acide tungstique. — M. Blanc, en faisant réagir à haute température l'acide iodhydrique sur un acide de la série du camphre de formule probable :



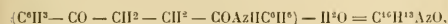
a obtenu un mélange de carbures renfermant 40 à 50 % de leur poids de naphthalène. De cette expérience et des résultats déjà obtenus par M. Markownikoff, il conclut que cette réaction ne pourra donner aucun résultat utile relatif à la constitution du camphre. — M. A. Carnot a adressé une note sur la séparation et le dosage de l'iode, du brome et du chlore.

Mémoires présentés à la Société : M. P. Cazeneuve et M. Moreau : Sur les diurétiques aromatiques de la pipérazine. — Sur des uréthanes aromatiques de la cinéine. — M. Delépine : Thermo-chimie : Hydramide et bases isomères. — H. Fozz-Diacon : Réaction différentielle des crésoties et des gaisols. — MM. Ph.-A. Guye et L. Friderich : Sur la mesure des coefficients de viscosité. — M. A. Recoura : Action des sulfites alcalins sur les sels chromiques.

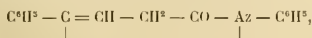
SECTION DE NANCY

Séance du 23 Février 1898.

M. A. Klobb a continué l'étude d'un dérivé qu'il avait obtenu en faisant réagir soit l'aniline, soit la phényl-carbimide sur l'acide benzène-butanonoïque $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}-\text{CO}-\text{CH}^{\text{I}}\text{CH}^{\text{I}}\text{CO}^{\text{H}}$ et qui répond à la formule brute $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}\text{AzO}$. D'après son mode de formation, il pouvait être considéré comme résultant de la soustraction de 1 mol. d'eau à 1 mol. d'anilide :



et on pouvait lui attribuer la formule :

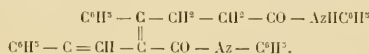


qui est celle d'une diphenylpyrrolone. On peut l'obtenir en outre en traitant cette anilide par d'autres agents déshydratants tels que le chlorure d'acétyle. Mais la détermination du poids moléculaire par cryoscopie dans le phénol montre que ce corps a une formule

double. On a trouvé 469 et 462; la formule $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}\text{AzO}^2$ correspond à 470. Il était intéressant de voir ce qui se passerait avec un acide benzène-butanonoïque substitué tel que $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}-\text{CO}-\text{CH}^{\text{I}}\text{CH}(\text{CH}^{\text{I}})-\text{CO}^{\text{H}}$. Avec l'aniline, en tube scellé, à 150° on obtient : 1° une anilide $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}-\text{CO}-\text{CH}^{\text{I}}-\text{CH}(\text{CH}^{\text{I}})-\text{COAzHC}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}$; 2° un dérivé $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}\text{AzO}$ qui diffère de l'anilide par une molécule d'eau en moins et cristallise en beaux prismes clinorhombiques. La phénylcarbimide ne donne pas d'anilide, mais seulement le corps $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}\text{AzO}$. La détermination du poids moléculaire dans le benzène a donné pour ce dernier le chiffre 240; la formule $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}\text{AzO}$ exige 249. Ce corps est donc la méthyldiphenylpyrrolone :



Par ébullition avec HCl concentré, il y a régénération de l'acide primitif et de l'aniline, comme pour le corps $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}\text{AzO}^2$; il est à remarquer que ce dernier est coloré, tandis que la pyrrolone $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}\text{AzO}$ est incolore. D'après cela, on peut attribuer au corps jaune $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}\text{AzO}^2$ la constitution :



En effet, la soudure des deux molécules d'anilide se faisant entre un groupe CO et un groupe CH^{I} en position α , on comprend l'impossibilité d'obtenir un pareil dérivé avec les acides benzène-butanonoïques substitués en α et répondant à la formule générale $\text{C}^{\text{H}}\text{I}^{\text{H}}-\text{CO}-\text{CH}^{\text{I}}\text{CH}(\text{R})-\text{CO}^{\text{H}}$. — M. P.-Th. Muller expose une nouvelle méthode pour suivre et calculer la vitesse des réactions limitées. Au lieu de considérer la somme algébrique des vitesses des deux réactions opposées, il ne se sert que de la limite. La limite l est en effet la quantité transformable au temps zéro, c'est-à-dire la véritable masse active au début de la réaction; on peut donc raisonner sur cette limite comme sur la masse active dans les réactions non réversibles. Toute réaction limitée est ainsi ramenée au premier ordre; sa vitesse est donnée par la formule simple

$$(1) \quad \frac{dx}{dt} = k(l-x),$$

x représentant la quantité transformée au temps t , k étant constant pour une température donnée. Quand la réaction limitée est du premier ordre, les deux façons de concevoir le phénomène se confondent. Il n'en est plus de même lorsque la réaction est du second ordre. On a pu vérifier la formule (1) sur deux réactions dues à MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles¹ et sur les expériences toutes récentes de M. Knoblauch². L'auteur se propose d'effectuer de nouvelles expériences qui permettront de juger du degré de généralité de la formule (1). — M. Féréol prépare l'amalgame de tungstène en électrolysant une solution d'acide tungstique dans l'acide fluorhydrique. Il obtient un amalgame pâteux qui, par distillation dans le vide, donne du tungstène pyrophorique. Ce métal devient incandescent à froid dans l'oxyde azotique et dans l'acide sulfureux; il se forme de l'azoture et du sulfure de tungstène. Chauffé légèrement, le tungstène pyrophorique est porté au rouge dans un courant d'oxyde de carbone ou d'acide sulhydrique. — M. C. Richard, en faisant l'analyse d'un minium qu'il traitait par l'acide azotique et l'alcool, a obtenu en quantité assez notable un sel cristallisant en tables hexagonales nacrées, et qui n'est autre que l'oxalo-nitrate de plomb normal $\text{C}^{\text{H}}\text{O}^2\text{Pb}_2(\text{AzO}^2)^2\text{Pb}_2\text{H}_2\text{O}$, déjà obtenu par un autre procédé³. — M. Grégoire de Bollemont a étudié, sur les conseils de M. Haller, l'ac-

¹ Ann. Ch. Ph. (3), t. LXVI, p. 94, 1862.

² Zeit. physik. Ch., t. XXII, p. 274 et 276, 1897. — Bull. Soc. Chim., t. XXIII, p. 818.

³ Dict. Wurtz, t. II, 1^{re} partie, p. 679.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Henry Bessemer. — Le grand métallurgiste Bessemer vient de mourir à l'âge de quatre-vingt-cinq ans. Il était né en 1813 à Charlton; de bonne heure son attention se porta sur la préparation des métaux. Il découvrit en particulier un procédé de fabrication de la poudre de bronze qui le fit bientôt connaître. Ses premières expériences sur la fabrication du fer datent de 1855. Voici comment Bessemer a lui-même raconté le phénomène qui lui donna l'idée du grand procédé industriel qui porte son nom :

« Quelques pièces de fonte situées à la surface du bain attirèrent mon attention parce qu'elles étaient restées solides malgré la haute température du four; j'activai le tirage du foyer pour augmenter la combustion, mais, en ouvrant la porte du four après un intervalle d'une demi-heure, je vis que les pièces de fonte n'avaient pas encore fondu. Je pris alors une barre de fer pour les enfoncer dans le bain, mais je constatai aussitôt que les pièces de fonte étaient tout simplement de minces couches de fer décarburé; l'air atmosphérique était donc seul capable de décarburer complètement la fonte grise et de la convertir en fer malléable sans puddlage ou autre manipulation. Ce fait changea le cours de mes idées et, après mûre réflexion, je me convainquis que si de l'air pouvait être mis en contact avec une surface suffisante de fonte en fusion, cette dernière se transformerait rapidement en fer malléable. »

La technique du procédé Bessemer est contenue tout entière dans deux mémoires de l'auteur lus, le premier en 1856 au meeting de la *British Association* à Cheltenham, le second en 1865 au meeting de la même Association à Birmingham.

L'importance du procédé Bessemer fut bientôt reconnue : en 1859, l'*Institution of Civil Engineers* accorda à son auteur la médaille Telford; de 1871 à 1873, l'*Iron and Steel Institute* appela le célèbre métallurgiste à sa présidence; en 1872, il recevait de la *Society of Arts* la médaille Albert « pour les services éminents rendus aux Arts, au Commerce et à l'Industrie en développant la fabrication de l'acier »; enfin, en 1879, Bessemer était élu membre de la Société Royale de Londres.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 1898.

Il était en outre décoré de plusieurs ordres anglais et étrangers.

Bessemer a écrit peu de mémoires scientifiques, mais ses travaux métallurgiques suffirent à faire passer son nom à la postérité.

§ 2. — Mécanique appliquée

Le moteur à gaz Letombe. — Ce moteur, qui a obtenu un grand prix à l'Exposition internationale de Bruxelles, se distingue des types connus par plusieurs particularités intéressantes : c'est ce qui nous a engagé à en donner la description à nos lecteurs.

Le cycle du moteur Letombe est à compression intérieure, indépendante de la course de la machine, et à détente prolongée jusqu'à une pression voisine de la pression atmosphérique. On arrive ainsi à une meilleure utilisation de la chaleur et à un abaissement notable de la température des gaz de l'échappement.

Comme réalisation, le moteur Letombe se construit à double effet, forme sous laquelle il marche industriellement; cette particularité lui donne presque l'aspect d'une machine à vapeur.

Les hautes températures développées dans le cylindre demandent nécessairement des dispositions spéciales du piston et des garnitures, dispositions auxquelles M. Letombe est arrivé par l'expérience.

La figure 1 montre un schéma de l'ensemble de la distribution de la machine au point de vue de l'admission. Le cylindre M est garni à ses extrémités de boîtes à soupapes dont nous allons examiner le fonctionnement. Considérons la boîte de gauche du dessin, vue en coupe. Les soupapes A et B ont des fonctions analogues à celles des tiroirs Meyer des machines à vapeur. La soupape A, en s'ouvrant, marque le commencement de l'aspiration du mélange tonnant, tandis que la soupape B, qui se ferme en sens inverse de A par rapport au cylindre, en détermine la fermeture. Dès que la soupape B est fermée, la dépression qui tend à naître dans le cylindre l'applique effectivement sur son siège, sans l'aide de ressorts énergiques. La soupape A porte une tige renflée qui subit la dépression intérieure, dépression qui s'étend à la chambre intermédiaire C.

Cette disposition ne permet à la soupape A de revenir sur son siège que lorsque la pression dans le cylindre et dans la chambre C est revenue à une valeur voisine de la pression atmosphérique. Le volume de la chambre C, d'autre part, empêche la dépression d'être sensible au diagramme. On profite du mouvement de la soupape B pour actionner la soupape à gaz D, qui se trouve au-dessus d'elle. Une seule came suffit donc

rendement thermique de la machine, de sorte que, lorsque la puissance de la machine diminue, le rendement au cheval indiqué augmente. Avant la découverte de M. Letombe, il semblait impossible d'arriver à un résultat de ce genre. Ce résultat est obtenu simplement par la manœuvre des soupapes B et D, actionnées par un levier tel que L (fig. 3). Ce levier porte un galet G, couissant sur son axe, dont la position dépend de l'ac-

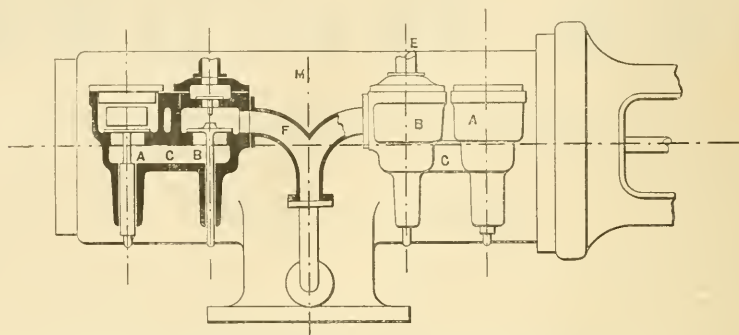


Fig. 1. — Schema de l'admission du gaz et de l'air. — A, soupape d'admission; B, soupape de réglage; C, chambre intermédiaire; D, soupape à gaz; E, arrivée du gaz; F, arrivée d'air; M, cylindre.

pour actionner un groupe de soupapes B et D. Cette distribution est répétée pour l'avant du cylindre, comme le montre la figure.

La régulation du moteur est obtenue par un procédé nouveau et original, qui répond à un desideratum depuis longtemps formulé. Ce procédé a pour but d'arriver à la réduction de la surface du diagramme lorsque le travail résistant demandé à la machine diminue, sans abaissement de rendement thermique. M. Letombe arrive à ce résultat par une surcompression de la charge. Considérons le diagramme normal à détente prolongée de la machine *abcd*. La compression ne commence qu'en *a* (fig. 2). Lorsque la surface du diagramme doit diminuer, la compression commence plus tôt et successivement en *a'*, *a''*, *a'''*, etc. Les compressions mon-

tion de la pince P, soumise au régulateur. Le galet G roule sur une came à gradins superposés, qui permettent successivement l'arrivée de l'air et du gaz au cylindre. Lorsque le régulateur déplace le galet G, il rencontre des gradins dont la base augmente, pour permettre à la compression de commencer plus tôt, mais dont la partie supérieure diminue pour réduire les levées de la soupape à gaz. Le résultat annoncé plus haut est donc ainsi obtenu facilement. La compression monte dans le moteur Letombe de 8 à 14 atmosphères environ. Le rendement thermique réel, qui est dans le premier cas de 30 %, atteint 36 % dans le second. Ces chiffres correspondent à des consommations de 400 et 350 litres de gaz de ville à 3.500 calories au cheval indiqué, ou à 420 et 350 grammes de charbon en marchant au gaz pauvre.

Tout n'est pas gain pourtant avec les consommations les plus réduites, car alors la machine a une puissance moindre et le rendement mécanique est moins bon. L'avantage du procédé n'en subsiste pas moins et il est d'autant plus sensible que la machine est plus importante.

Les gros moteurs Letombe sont composés de deux cylindres à double effet en tandem, de façon à avoir, comme dans une machine à vapeur, une course motrice à chaque demi-tour. Ces machines sont d'une régularité absolue : elles ont d'ailleurs surtout été employées jusqu'ici pour la production de l'énergie électrique. L'actionnement direct des dynamos laisse l'aiguille des voltmètres absolument immobile.

Les moteurs Letombe, quelle que soit leur puissance,

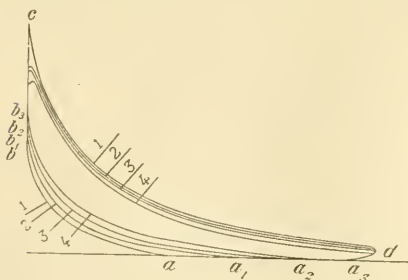


Fig. 2. — Diagrammes du moteur. — 1-1, 2-2, 3-3, diagrammes successifs de régulation.

tent alors en *b'*, *b''*, *b'''*, en diminuant la surface du diagramme. En même temps, l'énergie en gaz des charges est diminuée, de façon que les diagrammes successifs sont 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, de surfaces de plus en plus petites.

Or, le calcul montre qu'en agissant ainsi, l'augmentation de compression amène une amélioration dans le

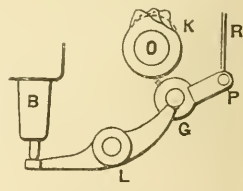


Fig. 3. — Mécanisme de l'augmentation de compression. — L, levier de commande de la soupape B; O, arbre de distribution; G, galet mobile sur son axe conduit par la pince P, soumise au régulateur R; K, came à gradins superposés, réglant l'admission d'air et de gaz.

offrent cette dernière particularité de démarrer d'eux-mêmes avec une fraction de leur charge et sans diminuer les compressions. De plus, en s'arrêtant, ils se remettent automatiquement au point pour repartir. Ce dernier avantage est obtenu par un jeu de soupapes qui permet d'emprisonner le piston entre deux matelas d'air lorsqu'il passe sur sa course motrice.

Pour mettre en route, il suffit de comprimer légèrement un mélange tonnant sur les deux faces du piston à l'aide d'une petite pompe à main. En provoquant l'allumage d'un côté, l'énergie développée par la première charge est suffisante pour faire passer le premier point mort; l'explosion, qui suit immédiatement, achève de lancer la machine.

Comme le montre l'exposé ci-dessus, le moteur Letombe convient particulièrement bien aux grandes puissances. Un moteur de 160 chevaux effectifs va être essayé prochainement et l'unité de 500 chevaux est à l'étude pour une Société électrique.

§ 3. — Hygiène publique

Fièvre typhoïde et distributions d'eaux. — M. Duclaux a exposé récemment à l'Académie des Sciences les causes de contamination des puits d'une petite ville d'Auvergne. Une légère épidémie typhoïde ayant éclaté dans la contrée, l'eau de boisson fut suspectée et accusée d'être le véhicule du bacille d'Eberth; l'analyse chimique faite sur un certain nombre d'échantillons prélevés en amont de la ville, dans divers puits de la vallée, puis en aval, indiqua en aval un accroissement sensible de la chaux, du chlore et du résidu sec :

	CHLORE	CHAUX	RÉSIDU
	milligrammes par litre		
Sources en amont . . .	3	2	35
Puits en ville.	106	40	449
—	60	26	308

La pollution de la nappe souterraine provenait de l'infiltration, à travers un sol perméable, des eaux superficielles souillées par les fumiers et les déjections de la population; à la suite du pluviex été de 1897, on pouvait évaluer à une teneur d'environ un litre d'urine pour 50 litres d'eau, la boisson des habitants. L'eau, cependant, dans un grand nombre de puits était pauvre en matières organiques; durant l'infiltration, une énergie nitrification se produisait et allait jusqu'à enrichir à 200 milligrammes chaque litre d'eau. Un tel liquide, titrant peu en bactéries et en matières organiques, était à peu près comparable aux eaux de drains échappées d'un terrain d'épandage, trop minéralisées pour être utilisées.

Cette étude montre combien la question d'alimentation des cités en eau potable est un problème sans cesse à l'ordre du jour. D'après une note de M. Bechmann à la Société de Médecine, sur 691 villes françaises, 113 sont alimentées en eau de rivière, 219 en eau de source, 215 en eau de nappe et 144 ont adopté un système mixte employant à la fois eau de nappe et eau de source. Sur ce nombre, l'examen bactériologique indique moins de 500 bactéries par centimètre cube pour 40 distributions seulement; 105 villes purifient leur eau par filtration avant de la distribuer.

Beaucoup de villes sont dans des conditions imparfaites d'hygiène, mais l'abandon d'un système de distribution déjà existant ou l'adoption de tel ou tel projet de dérivation ou même de purification entraînant de fortes dépenses, les municipalités peuvent se demander à quel prix il leur faut payer l'eau pure? Cependant, étant donnée l'intime corrélation existant entre le degré de pollution de l'eau et la mortalité typhoïde, on peut évaluer combien coûte chaque année, sous une forme marchande, un système imparfait et insalubre. Le calcul a été fait pour la ville d'Albany (Etats-Unis); l'exemple est applicable partout. Chaque année, cette agglomération de 100.000 habitants, alimentée par

la rivière Hudson, paie un tribut de 75 personnes à la fièvre typhoïde. En envisageant la vie humaine comme un capital évalué en argent, d'après ce qu'un individu a coûté à sa famille, à la société, à l'Etat pour parvenir à son complet développement et devenir apte à restituer, par son travail, les avances faites sur sa tête, les économistes attribuent une valeur moyenne de 10.000 francs à ce capital humain, valeur naturellement variable selon les temps, les contrées et le degré de civilisation de l'espèce. La fièvre typhoïde choisissant ses victimes parmi les jeunes adultes, écartant les trop jeunes et les trop vieux, la perte de ce chef, à Albany, est de 750.000 francs.

En outre, cette maladie n'est pas mortelle pour tous: pour un cas mortel, on compte dix guérisons et, en attribuant à la convalescence une durée moyenne de quarante-trois jours, le nombre de journées de travail perdues est de 36.000 environ; le salaire moyen étant estimé à 3 francs, la perte par chômage est d'environ 150.000 francs. En ajoutant à ces sommes les frais de funérailles, les médicaments, les honoraires des médecins, des gardes, etc., on arrive au total de près de un million de francs, soit une contribution annuelle de 40 francs par habitant, sans compter les ruines et préjudices moraux causés par tant de morts prématurées.

Le même calcul appliqué à Paris donne une contribution de 1 fr. 85 par habitant durant l'année 1896. Devant une telle destruction de capital, on ne doit point hésiter à sacrifier quelque argent en travaux, certain qu'avec l'eau pure distribuée dans une canalisation saine et étanche, et un rapide départ des eaux usées et autres nuisances, la mortalité par la fièvre typhoïde peut s'abaisser à un taux presque nul; l'argent ainsi engagé le sera à fort intérêt.

Marcel Molinéd.

§ 4. — Géographie et Colonisation

Les cultures de Caoutchouc coloniales. — Entre toutes les plantes qui donnent le produit, si varié dans ses origines et si recherché par l'industrie actuelle, connu sous le nom de caoutchouc, on peut dire que celui qui est issu des *Vahen* ou *Londolphia* occupe l'un des premiers rangs, comme valeur vénale et industrielle. On sait que nos possessions de la côte occidentale d'Afrique, du Sénégal au Congo, en y comprenant Madagascar, sont des centres de végétation spontanée de ces plantes. Elles vivent là à l'état de lianes et y sont exploitées par les indigènes avec toute l'imprévoyance qui caractérise les races primitives. Il en résulte que ces richesses naturelles, sacrifiées impitoyablement pour en obtenir une « saignée » plus abondante de caoutchouc, tendent de plus en plus vers la disparition. On n'arrivera jamais, en effet, à persuader aux indigènes de ces régions qu'à chaque liane qu'ils détruisent il convient d'en substituer une autre, si l'on veut assurer la durée de l'exploitation et la perpétuité de ces végétaux précieux, ou bien d'en entreprendre régulièrement la culture. C'est ce qu'ont parfaitement compris depuis longtemps déjà les Allemands qui, au Cameroun, malgré la faible attribution aux *Londolphia* une résistance absolue à toute culture, ont entrepris sur de grandes surfaces défrichées la multiplication de ces lianes et commencent à en tirer des produits aussi rémunérateurs qu'appréciés. Cet exemple doit être imité. C'est en vain qu'on a attribué au caoutchouc naturel des *Kikar* ou *affricana* et *Moutoh* ou *Glazowii* une valeur exagérée; le jour commence à se faire, après des essais peu fructueux, pour ce qui trait à l'exploitation et à la culture de cette dernière espèce, dont le rendement n'a pas répondu à l'attente des agriculteurs coloniaux. Quant à la première, qui donne le caoutchouc de *Lagos*, on est revenu de l'engouement primitif, et une meilleure appréciation de l'importance du produit de cette Apocynacée le place à un rang peu élevé. Les *Londolphia*, au contraire, tant de la côte d'Afrique que de Madagascar, ne sont pas discutés et semblent tenir à côté du produit

des *Hevea* du Brésil, le premier rang parmi les innombrables applications auxquelles le caoutchouc est actuellement appelé dans notre industrie européenne. C'est donc sur ces lianes que l'attention des agriculteurs colonaux doit être tournée actuellement : en dehors des produits que donnent les *Banians* (*Ficus* divers) de l'Inde, de la Mélanésie et des plages océaniques, végétaux dont l'exploitation est facilitée par les proportions mêmes qu'ils revêtent, rien ne peut leur être comparé sinon les produits bien supérieurs du Para. — Cependant des efforts ont été tentés en vue de l'introduction et de la culture des plantes à caoutchouc dans nos colonies chaudes¹. C'est ainsi que le *Paracaria glandulifera*², originaire des forêts de la Cochinchine et dont le latex, employé comme médecine par les Annamites et les Cambodgiens, peut être étiéré en fils comme celui des *Landolphia* et donner un bon caoutchouc, a été propagé par la plantation de jeunes pousses en Cochinchine. M. Pierre, ancien directeur du Jardin botanique de Saïgon, dont les remarquables travaux sur la flore forestière de notre colonie d'Extrême-Orient font autorité, pense que ce végétal peut être transplanté impunément dans des réserves lorsqu'il n'a pas dépassé dix années, et qu'il peut constituer une addition d'une grande valeur économique à l'industrie forestière indienne.

D'autre part, des *Hevea brasiliensis*, donnés par M. Raoul et provenant de l'établissement Godefroy Lehoucq (sis à Paris), ont été introduits récemment par mes soins en Cochinchine, où déjà quelques pieds réussissent fort bien : ils sont placés au Jardin botanique de Saïgon, d'où ils se répandront ensuite dans toute l'étendue de notre colonie asiatique avec la quasi-certitude d'y devenir un jour des sources de bénéfices d'autant plus importants que les caoutchoucs issus de ces végétaux (si leur valeur n'est pas amoindrie par le changement de sol et de climat³) occupent le premier rang parmi les produits similaires.

Quant aux *Landolphia*, plus difficiles à cultiver en raison de leur état de liane qui implique la nécessité de l'emploi de tuteurs bien appropriés, en dehors de ce qui a été fait par les Allemands au Cameroun, nous savons que les marécages de la plantation d'Asouka (Bas-Ogooné, au Gabon, Congo français), sont actuellement entourés d'une ceinture de 4.800 plants environ de *N'jambo Landolphia Foresti*. Cette plantation est en pleine prospérité et en pleine exploitation; elle a été entreprise dès 1890 par M. Rousselot.

D'après Hooker, les *Landolphia Kirkii* et *L. florida* sont cultivés à Ceylan et à la Jamaïque⁴ avec succès.

Des sacs de graines de la liane du Sénégal (Toll)

Landolphia Senegalensis et *tomentosa*, ont été distribués parmi les populations des provinces Sérères et du Baol⁵. C'est là un exemple qui doit être suivi dans toutes nos colonies africaines et qui n'a pas lieu de surprendre comme émanant de l'initiative éclairée de l'excellent administrateur qu'est M. Chaudé, Gouverneur général de la côte occidentale d'Afrique.

Dans la Guinée française, un ingénieur français, M. Bouéry, dont l'exemple doit être cité, a fait de superbes plantations de divers caoutchoucs indigènes; le *Sakari* et des *Euphorbiacées*, qui donnent de fort belles espérances, mais il n'a pas cru devoir encore reproduire les *Landolphia*. Les produits de cette culture sont exposés au Musée Colonial de Marseille.

M. Bénévent, dans une étude sur la Bouéni⁶, s'exprime ainsi : « Le Sakalave exploite le caoutchouc qu'il trouve dans la forêt, sans jamais songer à replanter. Et cependant, le caoutchouc est de culture facile. A Amborovy, un colon français, M. Guillaume, a fait un essai de plantations de lianes vahi⁷ et d'arbres à caoutchouc (*godroha*). Les deux plantations ont réussi magnifiquement. Sur 300 lianes plantées, pas une n'a péri. La liane à caoutchouc donne un excellent produit, très recherché des commerçants; elle pousse naturellement dans la forêt de la côte ouest de Madagascar. Malheureusement, le Sakalave ne sait pas l'exploiter, ou plutôt, poussé par l'appât du lucre, il ne veut pas l'exploiter normalement; il demande à la liane tout son suc à la fois, et la tue invariablement. »

D'autre part, on lit dans le *Bulletin de l'Exposition permanente des Colonies* (1897, n°5), d'après le courrier de Madagascar : « A Diego-Suarez abonde une liane appelée *fanz caoutchouc*, sorte de *Strophanthus*, d'où le docteur Jaillot a trouvé moyen d'extraire un caoutchouc excellent. Ce *Strophanthus*⁸ qui demanderait à être cultivé à la façon des houblonnières, vient de boutures; il résiste à toutes les sécheresses, s'accommode du sol le plus aride, et donne un lait abondant. »

Il y a plus à faire, et notre Guinée française, aussi bien que notre Congo français, où se complaisent ces lianes, menacées malheureusement d'une prompt destruction, sont les deux colonies tout d'abord désignées pour la culture qui s'impose actuellement à l'activité des colons français. Avec les précédents que je me suis appliqué à rappeler ici et dont j'ai cité les plus importants seulement, il n'y a pas à redouter pour les colons les conséquences quelquefois désastreuses, souvent très coûteuses, d'une expérimentation agricole nouvelle. D'autre part, les débouchés paraissent de plus en plus assurés à toute production de caoutchouc ayant une valeur industrielle réelle, en raison des besoins sans cesse croissants de l'industrie européenne en cette matière.

D^r E. Heckel,

Directeur du Musée et de l'Institut colonial de Marseille.

¹ Voir l'article de M. Ch. Naudin sur le *Manicoba* du Brésil dans la *Revue des Cultures coloniales* du 5 février 1898.

² C'est le *Tuchung* des Chinois.

³ Le D^r King, directeur du Jardin botanique de Calcutta, doute qu'on puisse jamais cultiver avec quelque profit, dans l'Inde, les *Hevea* de l'Amérique.

⁴ On trouve dans le commerce les graines de ces espèces provenant de Mozambique, à côté de celles de *Hevea Brasiliensis*, de *Manihot Glaziovii*, de *Castilloa elastica* (de l'Amérique Centrale), d'*Ureola esculenta* (Burma), et de *Vitellodendron firma* (Singapour). Le *L. Kirkii* est voisin des *L. Camorensis* et *Madagascariensis*. On ne trouve pas de graines d'*Ham-cornia speciosa*, qui, cependant, donne un bon caoutchouc.

⁵ Discours de M. Chaudé à l'ouverture du Conseil général du Sénégal de 1897.

⁶ Notes, reconnaissances et explorations à Madagascar. — *Revue mensuelle*, 30 juin 1897.

⁷ *Landolphia madagascariensis*.

⁸ Il est peu probable qu'il s'agisse ici réellement d'un *Strophanthus*, et tout porte à croire que c'est un *Landolphia* qui est en cause. Il serait vivement à désirer que la question fût élucidée.

DÉCOUVERTE DU MICROBE DE LA PÉRIPNEUMONIE

On sait que la péripneumonie, maladie contagieuse spéciale aux bêtes bovines, a été, vers le milieu de ce siècle, l'un des dangers les plus redoutables pour l'agriculture dans presque tous les pays d'Europe, notamment en France, en Angleterre et dans les Pays-Bas. Partout des lois spéciales ont été édictées pour combattre les épidémies de péripneumonie. Si l'on est parvenu aujourd'hui à se rendre maître du fléau, c'est grâce aux sommes énormes dépensées pour l'abatage des bêtes contaminées, et surtout à la méthode d'inoculation préventive découverte en 1832 par le médecin belge Wilhelms. Il n'est peut-être pas inutile de rappeler ici en quoi consiste cette méthode.

I

La péripneumonie est une affection caractérisée anatomiquement par un œdème considérable dans les cloisons conjonctives qui séparent les lobes du poumon. Le poumon d'un bœuf, qui pèse normalement un ou deux kilos, peut alors arriver à peser dix, vingt et trente kilos. A la coupe, la surface du poumon laisse s'écouler en abondance une sérosité parfaitement limpide et transparente. C'est dans cette sérosité que se trouve le virus. Chose curieuse! on n'a jamais pu reproduire expérimentalement chez les animaux la maladie avec son symptôme typique, c'est-à-dire l'œdème pulmonaire; les injections de sérosité péripneumonique dans la trachée, l'ingestion par la voie intestinale, tout ce qui a été tenté dans ce but a échoué. Mais si l'on introduit seulement une trace de sérosité sous la peau, on obtient, au lieu d'inoculation, un œdème qui, par son vaste développement et ses autres caractères, reproduit, au siège près, l'œdème pulmonaire de la maladie naturelle et qui n'est guère moins grave au point de vue du pronostic, car il entraîne souvent la mort de l'animal.

Or, Wilhelms remarqua que, si l'on pratique l'inoculation dans une région voisine des extrémités, là où le tissu conjonctif sous-cutané est rare et serré, par exemple aux pattes, aux oreilles ou à la queue, il ne se produit généralement qu'un œdème très limité accompagné d'une fièvre légère, de courte durée, et que cependant cette légère atteinte de la maladie suffit à conférer aux animaux qui l'ont subie une immunité complète, soit vis-à-vis de la contagion naturelle, soit vis-à-vis d'une nouvelle inoculation sous-cutanée dans une région dangereuse, une région *défendue*, disait Bouley.

Cette découverte du médecin belge, l'une des

plus belles de toutes celles de la période prépastorienne, a regu de très-importantes applications; elle est encore utilisée aujourd'hui avec quelques variantes.

Toutefois, si l'importance de la péripneumonie au point de vue pratique se trouva ainsi considérablement diminuée, cette maladie n'avait rien perdu de son intérêt scientifique; la recherche du microbe, en particulier, restait un problème digne de fixer l'attention des bactériologistes.

II

Pasteur s'en occupa un instant; mais c'était à l'époque où ses travaux sur la rage commençaient à donner les résultats que l'on sait, et ce sujet plus important l'absorba bientôt tout entier. Il put néanmoins améliorer sur quelques points la technique des inoculations préventives. Depuis, plusieurs savants ont cru et annoncé, à diverses reprises, avoir trouvé le microbe de la péripneumonie, mais les expériences sur les animaux ont constamment prouvé que les microbes isolés par ces auteurs n'étaient pas celui de la péripneumonie.

MM. Roux et Nocard, avec la collaboration de MM. Borel, Salimbeni et Dujardin-Beaumetz, de l'Institut Pasteur, viennent, tout dernièrement, de découvrir enfin le microbe authentique de la péripneumonie.

La genèse de cette trouvaille est assez intéressante. Comme corollaire des célèbres travaux de M. Metchnikof sur la phagocytose, on s'était dit que, parmi les espèces animales qui sont naturellement réfractaires à une maladie donnée, il y en a probablement qui sont telles, non pas parce que les liquides de leur organisme sont impropres à la culture du microbe de cette maladie, mais uniquement parce que leurs phagocytes possèdent la propriété d'englober et de digérer le microbe en question avec facilité. On institua donc une série d'expériences sur le type suivant : de petits sacs, formés d'une très mince membrane de collodion, remplis de bouillon stérilisé et hermétiquement clos, sont introduits et abandonnés dans le péritoine de divers animaux d'expérience : lapins, cobayes, etc.

A travers la membrane dialysante, il s'établit un échange, par suite duquel le liquide contenu dans le sac acquiert bientôt une composition voisine de celle de la sérosité péritonéale de l'animal; tout au moins il s'enrichit d'une certaine proportion de matières albuminoïdes, empruntées à cette sérosité. Ce n'est pas tout : si l'on suppose que ce sac soit le siège d'une culture d'un microbe

pathogène, les toxines élaborées par ce microbe traversent la membrane et sollicitent l'action des phagocytes qui s'accumulent en grand nombre autour du sac, et peuvent, à leur tour, au moyen de leurs sécrétions, réagir à distance sur les microbes de l'intérieur du sac ; en même temps, le liquide du sac se débarrasse des propres produits de sécrétion du microbe dont l'accumulation lui serait nuisible. On réalise donc ainsi un terrain de culture aussi rapproché que possible du milieu naturel, tout en étant inaccessible aux phagocytes. Il était à supposer que beaucoup de microbes qui refusent de pousser dans les vases de culture ordinaires se laisseraient cultiver dans ces conditions. Cette prévision ne s'est encore réalisée jusqu'ici que pour un seul microbe, celui de la péripneumonie. Un sac déposé dans le péritoine d'un lapin et ensémençé avec une goutte de sérosité péripneumonique, retiré au bout de quelques jours, se montra très légèrement opalescent, tandis que tous les sacs non ensémençés restaient absolument limpides. Au microscope, on ne put rien voir ressemblant aux microbes connus jusqu'ici, mais seulement des granulations excessivement ténues, à peine perceptibles, et paraissant animées d'un mouvement propre. On fit alors une série de cultures en sacs en parlant du premier sac dans lequel s'était manifesté ce léger trouble.

Le même fait s'étant reproduit, on tenta, après cinq ou six passages, l'inoculation du liquide de culture à des vaches et à des bœufs. Plusieurs de ces animaux eurent, au point d'inoculation, l'œdème caractéristique de la péripneumonie. Ceux qui guérirent furent ensuite inoculés avec de la sérosité prise dans le poulmon d'une vache atteinte de péripneumonie naturelle. Cette seconde inoculation resta sans effet. Il était donc démontré que l'infection causée par le liquide retiré des sacs était bien la péripneumonie expérimentale. Comme, d'autre part, le nombre des cultures successives était assez grand et la quantité ensémençée chaque fois assez minime pour que l'on ne pût admettre la persistance, dans le dernier sac, d'une portion du virus primitif, il était démontré que ce virus s'était reproduit et multiplié de culture en culture, et dès lors, l'on pouvait considérer les fines granulations dont il a été question plus haut comme étant l'agent vivant de la maladie.

Ce microbe, disons-nous, se distingue de tous les autres par sa petitesse, qui est telle que, même avec les plus forts objectifs, il se trouve à la limite de la visibilité. Il est d'ailleurs très difficile à colorer. M. Borel a cependant réussi à obtenir quelques préparations sur lesquelles on croit distinguer que ce microbe a une forme un peu allongée. Par suite de cette petitesse, les liquides de culture, dans

lesquels le microbe est cependant très abondant, ne présentent qu'un trouble si léger que l'on ne peut le discerner que par comparaison avec les mêmes liquides restés stériles. Il est certain que si le microbe avait des dimensions seulement moitié moindres de celles qu'il possède, il ne serait visible ni dans les cultures, ni sur les préparations microscopiques. On ne doit donc pas s'étonner que la sérosité péripneumonique, moins riche en microbes que les cultures, paraisse parfaitement limpide. C'est précisément la petitesse même de ce microbe qui fait le principal intérêt de cette découverte. Elle montre en effet que, comme on l'a souvent supposé sans preuves, il existe des organismes encore plus petits que ceux qui ont fait jusqu'ici les frais des recherches des bactériologistes. Or, on démontre, en Optique, qu'un corps d'un diamètre inférieur à un demi-millième de millimètre ne sera jamais visible pour nos yeux, quels que soient les perfectionnements que l'on apporte à la construction des objectifs. Le microbe de la péripneumonie est donc en quelque sorte un intermédiaire entre les microbes que nous voyons facilement et ceux que nous ne voyons pas, que nous ne verrons probablement jamais, mais dont la présence est cependant certaine.

Dans le même ordre d'idées, signalons que M. Loeffler vient précisément d'observer que la lymphe des vésicules de la fièvre aphteuse peut passer au travers d'un filtre de porcelaine sans perdre sa virulence : fait également sans précédent dans l'histoire des microbes et qui semble témoigner de l'existence, dans cette dernière maladie, d'un microbe encore plus petit que celui de la péripneumonie, car celui-ci est arrêté par les filtres.

Enfin, quoique la péripneumonie soit heureusement déçue de son ancienne importance comme épizootie, la découverte de son microbe ne sera cependant pas sans résultats pratiques. Elle permettra d'abord de se procurer du virus pur en aussi grande quantité qu'on le voudra, sans sacrifier d'animaux, pour les inoculations préventives par la méthode de Wilhelms, mais surtout, M. Roux espère qu'il sera possible de retirer des cultures une toxine capable, comme le fait la tuberculine pour la tuberculose, de déceler les animaux atteints de péripneumonie au début, avant l'apparition des symptômes cliniques qui est souvent tardive, et que l'on pourra ainsi limiter l'abatage aux animaux réellement atteints, sans l'étendre, comme on le fait aujourd'hui, à l'étable entière. Cet espoir semble d'autant plus légitime que l'on est arrivé tout dernièrement à obtenir des cultures du microbe *in vitro* dans des milieux artificiels spéciaux.

Dr Ch. Répin,
Attaché à l'Institut Pasteur.

LES FONCTIONS DE LA RÉTINE

I. — DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL.

Étudier les fonctions de la rétine, c'est étudier les réactions sensorielles que la lumière détermine sur cette membrane. La lumière ordinaire, la lumière blanche, est composée d'un nombre infini de lumières simples, de rayons de longueur d'onde et de réfrangibilité différentes. Or, la réaction déterminée sur la rétine par ces lumières simples varie beaucoup, ainsi que nous le verrons, suivant leur longueur d'onde. Il est donc indispensable d'expérimenter avec des lumières simples, avec les couleurs spectrales.

Comment allons-nous procéder pour étudier ces réactions, pour déterminer le degré de sensibilité de la rétine aux différentes lumières simples?

Remarquons d'abord que la réaction produite par ces lumières simples est double, que la sensation est composée de deux éléments : la sensation lumineuse proprement dite, commune à toutes les lumières, et la sensation de couleur, spéciale à chaque espèce de lumière. Pour simplifier le problème, nous éliminerons le caractère spécifique ; nous n'envisagerons que le caractère commun, la sensation lumineuse.

On peut évaluer le degré de sensibilité de la rétine pour la lumière par deux procédés :

Par le *minimum de différence appréciable* entre deux lumières ;

Par le *minimum visible* pour chaque lumière.

Le premier procédé est celui qui a été appliqué à la mesure des sensations en général par Weber et Fechner. Il suppose que la différence d'intensité de deux lumières reste dans un rapport fixe avec l'intensité de chaque lumière. Nous verrons par ce qui va suivre que ce principe ne saurait être exact, si ce n'est peut-être pour le cas où les deux lumières comparées sont de même longueur d'onde. Mais cette comparaison est sans intérêt. Ce sont, au contraire, les réactions différentes par l'excitation de lumières simples différentes qui vont nous éclairer sur les fonctions de la rétine.

Le second procédé, qui consiste à déterminer le degré de sensibilité de la rétine par le minimum de lumière nécessaire pour produire la sensation lumineuse, est le plus rationnel et surtout le plus fertile en résultats. Il y a toutefois dans ce mode d'exploration deux causes d'erreur que l'on n'a pas su éviter et qui, fatalement, devaient vicier les résultats des nombreuses expériences qui ont été faites.

La première tient à l'influence de l'adaptation

de la rétine, c'est-à-dire aux variations de sa sensibilité suivant l'éclairage ambiant. Parler, sans distinction, du minimum visible pour une lumière ne veut rien dire. Il y a deux minimums visibles, celui de la rétine adaptée et celui de la rétine non adaptée, et une foule de degrés intermédiaires correspondant aux différents degrés d'adaptation.

La seconde cause d'erreur tient à ce que la partie centrale de la rétine, la fovea, n'est pas modifiée par l'adaptation, de telle sorte que sur une rétine qui a séjourné dans l'obscurité, elle ne réagit pas de la même manière que les autres parties de la rétine.

Il est d'un intérêt capital de connaître ces causes d'erreur. En réalité, ce sont ces deux faits fondamentaux, l'influence de l'adaptation sur la sensibilité rétinienne et la non-participation de la fovea à l'adaptation, qui vont nous faire connaître les fonctions des éléments rétiens.

Le dispositif expérimental devra donc, avant tout, réaliser les deux conditions suivantes :

1^o Donner un spectre positif et permettre son exploration à la lumière du jour et dans l'obscurité absolue ;

2^o Permettre de graduer l'intensité de ce spectre et d'évaluer la quantité de lumière qui, pour chaque partie de ce spectre, correspond au *minimum visible*.

Ces conditions peuvent facilement être réalisées par certaines modifications faites au spectroscope ordinaire¹ (fig. I).

On obtient un spectre positif en supprimant l'oculaire et en ne conservant de la lunette que l'objectif, c'est-à-dire la lentille convergente L' qui reçoit les rayons à leur émergence du prisme. Cette lentille et celle du collimateur L forment un système réfringent qui donnerait, au foyer conjugué de la fente du collimateur, une image de cette fente. Si l'on interpose un prisme ou un système de prismes PP' entre les deux lentilles, l'image de la fente devient un spectre AH, dans lequel, après la double réfraction prismatique et lenticulaire, les rayons rouges vont former leur foyer à l'extrémité A, les rayons violets à l'extrémité H.

Le verre dépoli, qui reçoit le spectre, étant supporté par l'extrémité de la lunette où se trouve l'oculaire, dans le spectroscope ordinaire, la mise au point se fait à l'aide du bouton à crémaillère B'. Le tube qui supporte le verre dépoli est élargi en forme de pyramide, de manière que l'on puisse recevoir en même temps tout le spectre.

¹ L'instrument a été construit par M. Ph. Pellin.

Pour modifier l'intensité du spectre, on a la ressource de la fente du collimateur; mais ce moyen, employé par Vierordt et autres, est tout à fait insuffisant. Il est nécessaire, pour des mensurations tant soit peu précises, de disposer un écran à ouverture variable en un point où les rayons émanés de la fente soient suffisamment étalés pour que l'on puisse graduer plus facilement la quantité de ces rayons qui vont former le spectre.

Si la fente est éclairée par une source lumineuse placée près d'elle, donnant des rayons divergents, cette fente étant au foyer de la lentille L du collimateur, les rayons utilisés pour la dispersion prismatique forment à la sortie de la lentille un faisceau cylindrique de rayons parallèles ayant le diamètre de la lentille. Si l'on juxtapose à la lentille un écran à ouverture variable D, on modifie facilement et d'une manière lentement progressive l'intensité du spectre en faisant varier l'ouverture de l'écran. On peut démontrer que l'intensité du spectre ou de chacune de ses parties est proportionnelle à la surface de l'ouverture de l'écran. L'ouverture de l'écran est un carré, la longueur du côté est indiquée en demi-millimètres sur

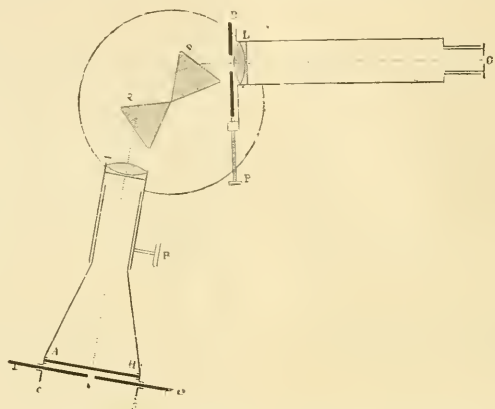


Fig. 1. — Spectroscope modifié. — L, collimateur; L', lentille convergente; PP', prismes; D, écran; B', bouton à crémaillère; AH, spectre.

une règle d'ivoire dont les valeurs seront élevées au carré pour donner la surface de l'ouverture. Mais cela n'est vrai que si la fente du collimateur laisse passer des rayons qui éclairent uniformément toute la surface de la lentille. C'est le cas où le spectre est obtenu à l'aide d'une source lumineuse placée près de la fente, ou d'un miroir réfléchissant la lumière des nuages. Il n'en est plus ainsi lorsque les rayons solaires tombent directement sur la fente; la lentille ne reçoit et n'émet alors qu'un mince faisceau de rayons parallèles et l'intensité du spectre n'est plus proportionnelle à la surface de l'ouverture de l'écran. Si l'on veut utiliser la lumière solaire directe, il faut disposer au-devant du miroir de l'héliostat une lentille à court foyer et placer la fente du collimateur au foyer de cette lentille. On peut encore placer près du foyer de la lentille un verre dépoli qui disperse les rayons, et utiliser comme source lumineuse la

surface éclairée de ce verre dépoli. C'est le moyen que j'emploie lorsque je me sers de la lumière solaire pour les expériences. En plaçant le verre dépoli plus ou moins près du foyer, on obtient une source lumineuse plus ou moins intense. La lumière solaire directe est d'un maniement très difficile et presque inutilisable pour les expériences dont je vais parler, où il est nécessaire d'opérer avec de faibles intensités, sous peine de s'exposer à des erreurs considérables.

On isole les différentes parties du spectre à l'aide d'un écran de laiton noirci percé d'une fente. Cet écran, placé au-devant du verre dépoli, est reçu dans une glissière de manière à pouvoir amener la fente au niveau des différentes parties du spectre.

La position des raies de Fraunhofer est préalablement déterminée à la lumière solaire et marquée au crayon sur le verre dépoli. De la sorte, on pourra toujours explorer les parties du spectre qui correspondent à ces raies, même avec un spectre continu tel que celui qu'on obtient avec les sources de lumière artificielles. Il suffira de faire coïncider la ligne du sodium, très facile à obtenir, avec la ligne D du verre dépoli.

Du reste, comme le jaune pur, qui correspond à la ligne D, est très condensé dans le spectre, avec un peu d'habitude on arrive facilement, à l'aide de la fente de l'écran, à reconnaître la position de la raie D dans un spectre continu, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours au sodium.

L'écran porte sur son bord supérieur, dans le prolongement de la fente, une aiguille que l'on fait coïncider avec les raies du verre dépoli et qui permet d'amener immédiatement la fente sur la partie du spectre que l'on veut étudier, sans qu'il soit nécessaire de voir le spectre.

L'exploration du spectre, avons-nous dit, devra se faire dans deux conditions différentes : à la lumière du jour, c'est-à-dire lorsque l'œil est impressionné par la lumière ambiante, et dans l'obscurité.

Dans le premier cas, il faut éviter, autant que possible, que le verre dépoli, où se peint le spectre,

réfléchisse la lumière diffuse ambiante. Ce résultat est en partie obtenu par l'écran à fente, mais le laiton noirci réfléchit encore beaucoup de lumière; il est nécessaire de coller sur sa face antérieure du papier noir velouté très absorbant. En outre, à l'extrémité du tube qui supporte le verre dépoli, on ajuste un cadre en bois noirci C formant un manchon quadrangulaire de 5 à 6 centimètres de profondeur. Enfin, si l'on place un voile noir derrière l'observateur, si l'observateur se couvre la figure d'un morceau d'étoffe noir formant masque et ne présentant d'ouvertures que pour les yeux, on réduira au maximum la lumière réfléchie, et la fente éclairée par la couleur spectrale se dessinera sur un fond complètement noir.

La fente de l'écran a 15 ou 20 millimètres de hauteur, suivant celle du spectre. Sa largeur varie également suivant la longueur du spectre et suivant que l'on voudra avoir des radiations de longueur d'onde plus voisines. Pour un spectre lumineux de 8 centimètres, je me sers d'une fente d'un demi-millimètre de largeur. L'exploration de la fovea doit se faire à l'aide d'une ouverture très petite. Pour cela, on colle sur la fente un papier noirci dans lequel on pratique une ouverture avec la pointe d'une aiguille.

Pour l'exploration dans l'obscurité, le cadre en bois qui entoure le verre dépoli est remplacé par un cornet de 20 centimètres de longueur, également en bois noirci, muni à son sommet d'un œilleton. Ce cornet doit avoir une certaine mobilité dans le plan horizontal, de manière que, pour l'observation de chaque couleur, on puisse amener l'œilleton et par suite l'œil de l'observateur dans le plan d'incidence des rayons sur le verre dépoli. L'intensité de la couleur varie, en effet, suivant qu'on la regarde plus ou moins obliquement par rapport à ce plan.

Si les expériences ne sont pas faites dans un cabinet complètement noir, l'observateur prendra encore la précaution de recouvrir sa tête et la lunette d'un voile noir. Il devra s'assurer d'ailleurs que l'œil, après un séjour d'une vingtaine de minutes dans l'obscurité, ne perçoit aucune lumière hétérogène, quand la fente du collimateur n'est pas éclairée. Ce résultat est assez difficile à obtenir. On y parvient cependant grâce aux précautions que j'indique et de quelques autres que l'observateur saura prendre de lui-même.

Une dernière question reste à résoudre. Pour mesurer le degré de sensibilité de la rétine aux différentes lumières du spectre, quelle sera notre unité de mesure?

Si par unité on entend une valeur rigoureusement fixée, disons immédiatement que, pour le physicien, l'unité de lumière n'existe pas. Le

physicien peut concevoir une énergie lumineuse fixe, comme celle qui est fournie par un centimètre cube de platine à son degré de fusion, proposée par d'Arsonval, mais cette unité physique ou des fractions de cette unité déterminent sur la rétine non pas une réaction fixe, mais une réaction essentiellement variable. Or, ce que nous appelons « lumière » n'étant autre chose que cette réaction, il faut renoncer à trouver, comme unité de lumière, une valeur fixe¹.

Mais, si dans l'unité de lumière nous cherchons seulement un terme de comparaison nécessaire à toute mesure, nous trouvons cette unité, pour une lumière donnée, dans le minimum visible de cette lumière, lorsque la rétine a acquis son maximum de sensibilité par un séjour suffisamment prolongé dans l'obscurité, et pour les différentes lumières d'un spectre, dans le minimum le plus faible fourni par les différents rayons de ce spectre. Ce *minimum unité* est donné, non par le jaune spectral, où l'on place généralement le maximum d'intensité lumineuse du spectre, mais par le vert bleu entre les raies E et F.

Il est d'ailleurs facile de faire correspondre ce minimum unité avec la graduation 1 de l'appareil en modifiant l'intensité de la source lumineuse, à l'aide de la fente du collimateur.

II. — FAITS EXPÉRIMENTAUX.

Ce dispositif va nous servir :

1° A déterminer la sensibilité de la rétine pour les différentes parties du spectre à la lumière du jour, c'est-à-dire lorsque la rétine est impressionnée par la lumière ambiante (rétine non adaptée);

2° A déterminer la sensibilité de la rétine pour le même spectre, lorsqu'elle a été soumise à l'obscurité pendant une vingtaine de minutes (rétine adaptée);

3° A comparer la sensibilité de la fovea à celle des autres parties de la rétine.

Le premier fait qui se dégage de la comparaison de la sensibilité de la rétine explorée à la lumière du jour et dans l'obscurité, c'est que l'accroissement de sensibilité qui caractérise l'adaptation nocturne *intéresse inégalement les rayons de longueur d'onde ou de réfrangibilité différentes.*

Nul pour le rouge, cet accroissement de sensibilité augmente à mesure que l'on explore des régions plus rapprochées de l'extrémité violette, où il atteint des proportions considérables, ainsi que dans l'ultra-violet.

Le tableau suivant indique la sensibilité de la

¹ D'après les faits que nous exposerons, on verra cependant qu'une valeur relativement fixe pourrait être obtenue pour le rouge pur.

rétine pour les radiations voisines des raies de Fraunhöfer. Les deux valeurs placées au-dessous de chaque lettre expriment : la première, la sensibilité de la rétine adaptée; la seconde, la sensibilité de la rétine non adaptée. Le degré de sensibilité est naturellement inversement proportionnel à la quantité de lumière qui représente le minimum visible.

Raies de Fraunhöfer	A	B	C	D	E	F	G	H
Rétine adaptée.	"	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{10}$	1	1	$\frac{1}{160}$	$\frac{1}{250}$
Rétine non adaptée.	"	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{60}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{1500}$?

Pour rendre la signification de ces chiffres plus immédiatement appréciable, traduisons-les par les

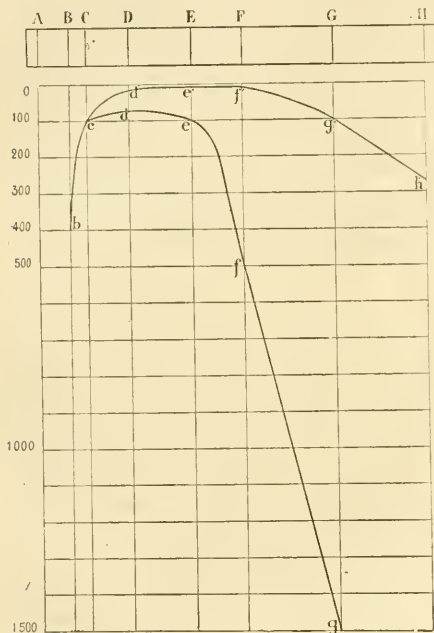


Fig. 2. — Sensibilité que présentent aux diverses lumières l'œil adapté et l'œil non adapté.

deux courbes de la figure 2. Les différentes parties du spectre sont indiquées par les verticales, prolongement des raies de Fraunhöfer du schéma du spectre qui surmonte la figure. Les intensités minima nécessaires pour que ces différentes parties du spectre soient perçues, sont indiquées par les lignes horizontales.

La courbe inférieure *bg* exprime la sensibilité de l'œil non adapté; la courbe supérieure *bh'* la sensibilité de l'œil adapté.

Remarquons d'abord que le sommet de chaque courbe, indiquant le maximum d'intensité lumineuse du spectre pour notre œil, n'est pas le même pour l'œil non adapté et pour l'œil adapté. Pour l'œil non adapté, ce maximum est dans le jaune en D, avec très peu de différence de C à E. Pour l'œil adapté, qui a séjourné vingt minutes dans l'obscurité, ce maximum se trouve en E, avec très peu de différence jusqu'à F. Il n'est donc pas exact de dire qu'un spectre a son maximum d'intensité dans telle ou telle partie, puisque *ce maximum se déplace suivant le degré d'adaptation de l'œil*. Moins l'œil est adapté, c'est-à-dire plus l'éclairage ambiant est intense, plus ce maximum se déplace vers le rouge. Dans certaines expériences faites près d'une fenêtre recevant directement la lumière solaire, j'ai trouvé le maximum en C. Plus l'œil est adapté, c'est-à-dire plus l'œil a séjourné dans l'obscurité, plus le maximum se déplace vers l'extrémité violette.

Nous voyons les deux courbes se réunir au niveau de la raie C, ce qui indique que, pour l'extrémité rouge, jusqu'en C, l'influence de l'adaptation est nulle. A partir de la raie C, les deux courbes s'écartent et la valeur des verticales comprises entre les deux courbes exprime l'accroissement de sensibilité produit par l'adaptation rétinienne. Ces valeurs pour les différentes régions du spectre sont les suivantes :

A	B	C	D	E	F	G	H
"	0	0	50	100	500	1400	?

Je ne saurais indiquer, avec une approximation suffisante, l'influence de l'adaptation au delà de la raie G du spectre. Mais il est permis d'admettre que la progression indiquée par ces chiffres se prolonge, non seulement jusqu'à l'extrémité du spectre visible, mais encore jusque dans le spectre ultra-violet, et l'on voit combien l'accroissement de sensibilité produit par l'adaptation doit être considérable pour les rayons de très courtes ondes. Effectivement, le spectre ultra-violet, dit invisible, devient parfaitement visible avec une adaptation suffisante de la rétine.

Les chiffres que nous donnons n'ont, d'ailleurs, qu'une valeur relative. Ils donnent la moyenne de plusieurs relevés faits avec un spectroscopie à double prisme de flint et un bec Auer comme source lumineuse. L'intensité relative des différentes parties du spectre varie nécessairement suivant la source lumineuse et le pouvoir absorbant des substances réfringentes, mais ce ne sont pas les seules variables qui puissent modifier les résultats. Les plus importantes tiennent aux oscillations de la sensibilité, dont nous allons étudier la cause. S'il est relativement facile de déterminer la courbe

de sensibilité de la rétine adaptée, il est beaucoup plus difficile d'arrêter celle de la rétine non adaptée, parce que l'une de ses extrémités est essentiellement oscillante suivant l'éclairage ambiant, et qu'il est très difficile d'obtenir un éclairage ambiant fixe à la lumière du jour. Je n'ai pu déterminer cette courbe avec quelque précision que jusqu'à la raie G.

Je rappelle encore qu'il ne saurait être question d'avoir une valeur fixe comme unité de lumière. Le minimum visible des rayons du spectre compris entre les raies E F, que nous avons pris comme unité de mesure, varie probablement suivant les individus. En outre, quand on n'a pas une grande habitude de ces expériences, on est exposé à prendre comme unité une valeur trop forte, parce que l'accroissement de sensibilité qui se produit dans l'obscurité augmente rapidement dans les premières minutes et paraît stationnaire après cinq à six minutes, alors, qu'en réalité, il augmente encore, mais très lentement, pendant une vingtaine de minutes environ. Si l'on n'est pas prévenu de ce fait, on est exposé à prendre comme unité une valeur cinq et même dix fois trop forte.

Ce ne sont donc pas les chiffres en eux-mêmes qu'il faut considérer, mais le fait qu'ils expriment et qui se dégage des expériences avec une grande netteté. Ce fait, c'est l'influence inégale de l'adaptation sur les rayons de longueur d'onde différente, influence d'autant plus grande que la longueur d'onde est plus petite.

Un point important à établir est celui qui concerne l'extrémité rouge du spectre. Il s'agit de savoir si l'influence de l'adaptation est seulement très faible pour cette couleur ou si elle est réellement nulle. C'est dans cette partie des expériences que je me suis aperçu de la difficulté d'obtenir des couleurs spectrales absolument pures, même avec un instrument bien construit et en prenant toutes les précautions pour qu'il ne pénétre aucune lumière dans l'appareil, en dehors de celle qui traverse régulièrement la fente du collimateur. Dans ces conditions, on a encore la dispersion par les lentilles et les prismes, la réflexion par les parois, même tapissées par du papier velours très absorbant.

Étant donnée l'influence considérable de l'adaptation sur la lumière bleue et violette, il suffira d'une centième et même d'une millième partie de ces lumières mêlée au rouge pour vicier les résultats. Effectivement, même avec les précautions que je viens d'indiquer, on trouve que la vision du rouge est légèrement modifiée par l'adaptation. Mais si l'on place au-devant de la fente du collimateur un verre rouge sensiblement monochromatique, on supprime la cause d'erreur résultant de

la dispersion et des réflexions. Dans ces conditions, on a un rouge absolument pur. Or, avec un pareil rouge, on constate que l'influence de l'adaptation est nulle.

En disant que l'influence de l'adaptation rétinienne est nulle pour le rouge, je ne prétends pas qu'une rétine, qui vient d'être impressionnée par une vive lumière, percevra le rouge avec la même facilité qu'une rétine qui a été mise au repos. Ceci nous amène à établir une distinction entre le repos de la rétine et son adaptation à l'obscur. Jusqu'ici, on a confondu ces deux influences; on a expliqué par le repos ce qui est le résultat d'une fonction tout à fait spéciale, dont nous allons préciser le mécanisme physiologique. La fatigue et le repos du nerf optique ont un rôle très accessoire dans les oscillations de la sensibilité visuelle que nous étudions; ce rôle existe cependant pour le nerf optique comme pour les autres nerfs, et il faut en tenir compte. Le défaut d'influence de l'adaptation sur la vision du rouge s'établit surtout par les autres caractères de cette fonction que nous allons étudier, et, en particulier, par la comparaison de la sensibilité de la fovea et des parties voisines sur la rétine adaptée.

L'adaptation rétinienne présente un second caractère non moins remarquable que son action élective pour les lumières de courtes ondes. L'accroissement de sensibilité de la rétine soumise à l'obscurité ne porte pas sur la sensation totale que déterminent dans notre œil les radiations simples, sensation qui se compose de deux éléments distincts : la sensation lumineuse proprement dite et la sensation de couleur. *L'accroissement de sensibilité ne porte que sur l'intensité lumineuse de la couleur qui, tout en paraissant plus lumineuse, devient moins saturée.* L'effet produit par cette modification subjective de l'appareil visuel est à peu près le même que si l'on ajoutait de la lumière blanche à la couleur observée. Finalement, la sensibilité pour la lumière devient tellement prépondérante sur celle de la couleur que, sous une faible intensité, *la couleur la plus pure est vue blanche*, ou tout au moins donne une sensation lumineuse particulière dans laquelle il n'est plus possible de distinguer la couleur qui la détermine. Cela n'est vrai, bien entendu, que pour les radiations dont la perception est modifiée par l'adaptation rétinienne. Le rouge, dont la perception n'est pas influencée par cette adaptation, reste toujours rouge, quel que soit ce degré d'adaptation de la rétine, quelle que soit l'intensité de la couleur, pourvu qu'elle soit pure.

Les intensités de la courbe *bh* donnent donc, à partir de G, un *spectre incolore*.

De ces deux propriétés de la rétine, il résulte que certaines conditions subjectives font varier l'intensité lumineuse et la saturation des couleurs. En d'autres termes, l'excitant restant le même, la sensation varie et d'intensité et de qualité.

Cette modification fonctionnelle de la rétine soumise à l'obscurité, qui augmente d'une manière si remarquable sa sensibilité pour certaines radiations, tout en altérant la sensation de couleur que déterminent ces radiations, *cette modification fait défaut dans la fovea*, c'est-à-dire dans la partie de la rétine qui, fonctionnellement, est la plus importante, celle qui sert à la vision centrale. C'est le troisième fait que nos expériences mettent en évidence.

L'exploration de la sensibilité de la fovea offre des difficultés particulières, qui tiennent précisément à ce qu'elle ne participe pas à l'accroissement de sensibilité qui caractérise la rétine adaptée. Il en résulte qu'elle devient beaucoup moins sensible pour certaines radiations que les parties voisines. Il en résulte encore que dans l'exploration de ces radiations, nous avons de la tendance à fixer l'objet lumineux non avec la fovea, mais avec les parties voisines, beaucoup plus sensibles. On parvient cependant à surmonter cette difficulté en procédant de la manière suivante :

Sur la fente de l'écran destiné à isoler les différentes parties du spectre, on colle un papier noir et, dans ce papier, on pratique une petite ouverture avec la pointe d'une aiguille. De la sorte, la lumière à explorer se présente sous forme d'un point lumineux. Sur ce point, on fait passer mentalement une verticale et l'on s'exerce à promener lentement le regard le long de cette verticale imaginaire de haut en bas et de bas en haut. Si l'on n'a pas donné au point lumineux une trop forte intensité, on remarquera qu'à certains moments il disparaît : c'est lorsque l'image de ce point se forme sur la fovea. On s'efforce alors de maintenir le regard immobile et l'on augmente l'intensité du point lumineux jusqu'à ce qu'il apparaisse de nouveau, c'est-à-dire, jusqu'à ce que son intensité soit assez forte pour qu'il impressionne la fovea. Après quelques épreuves de contrôle, on arrive sans trop de difficultés à déterminer le degré de sensibilité de la fovea pour la lumière en question. On la compare alors avec celle des parties voisines en déplaçant plus ou moins le regard ; cette seconde détermination n'offre aucune difficulté.

La partie du champ visuel central où cette insensibilité atteint son maximum est assez restreinte. Autour existe une zone où la différence avec la sensibilité périphérique tend à s'effacer. La délimitation exacte est très difficile à établir, à cause de la

difficulté d'immobiliser l'œil dans ces conditions à cause de la difficulté d'accommoder monoculairement pour un point lumineux dans l'obscurité et des cercles de diffusion qui se produisent, etc. En comparant ainsi, sur la rétine adaptée, la sensibilité de la fovea avec celle des parties périphériques, pour les différentes radiations, on voit immédiatement que *cette différence, nulle pour le rouge, augmente à mesure que l'on explore des radiations plus voisines du violet*. C'est-à-dire que, si l'on exprime cette différence par deux courbes, on obtient un rapport semblable à celui que donne la sensibilité générale de la rétine adaptée et non adaptée (fig. 2). On remarque aussi que cette différence entre la sensibilité de la fovea et celle des parties voisines tend à s'effacer quand l'éclairage ambiant est intense et qu'elle augmente à mesure que la rétine séjourne dans l'obscurité.

La fovea ne participe donc pas à l'accroissement de sensibilité qui caractérise l'adaptation de la rétine soumise à l'obscurité.

Il résulte de ce que je viens de dire que la fovea peut donner, en toute circonstance, la mesure de la sensibilité de la rétine non adaptée et probablement d'une manière plus exacte que de la façon dont nous avons établi la courbe *bg* (fig. 2), car cette courbe exprime l'état de la sensibilité rétinienne avec un éclairage ambiant de moyenne intensité et non l'état de non-adaptation absolue, qui est très difficile à réaliser¹.

Il me reste une dernière particularité à signaler en ce qui concerne la sensibilité de la fovea. *Dans la fovea, les lumières simples déterminent primitivement une sensation de couleur, quelle que soit l'intensité de ces lumières, que la rétine soit ou ne soit pas adaptée*. Cette particularité importante est une conséquence de la non-participation de la fovea à l'adaptation nocturne, car nous savons que la sensation de lumière incolore donnée par les lumières simples de faible intensité est le résultat de l'adaptation de la rétine.

Sur la rétine adaptée, on constate donc que la sensation de lumière incolore obtenue avec les lumières simples de faible intensité (le rouge excepté) sur les parties périphériques, fait défaut dès que l'image lumineuse est limitée à la fovea. Le fait est facile à établir pour la plupart des radiations. On éprouve quelques difficultés pour le jaune et le violet extrême. Pour le jaune, cela tient sans doute

¹ Mon instrument ne permet pas d'établir d'une manière suffisamment exacte la courbe de sensibilité de la fovea et des parties périphériques sur la rétine adaptée, parce qu'il ne donne pas des différences d'intensité assez grandes pour que les mensurations puissent être faites directement, avec la même intensité de la source lumineuse. En le faisant construire, je ne soupçonnais pas que j'aurais à mesurer des différences aussi considérables.

à ce que nous avons l'habitude de juger blanches des lumières artificielles où le jaune prédomine. Pour le violet, les difficultés sont d'un autre ordre. Elles tiennent à la grande sensibilité des parties voisines de la fovea pour la valeur blanche du violet, aux phénomènes de dispersion qui se produisent nécessairement dans les milieux de l'œil, enfin à la fluorescence de ces milieux. Mais ces exceptions, ou plutôt ces causes d'erreur, n'infirment en rien la loi générale.

III. — DÉDUCTIONS PHYSIOLOGIQUES.

Trois faits, et les conséquences qu'ils impliquent, se dégagent de ces expériences :

1° *L'accroissement de sensibilité de la rétine, qui caractérise l'adaptation à l'obscur, intéresse inégalement les lumières de longueur d'onde différente; il est d'autant plus grand que la longueur d'onde est plus petite. L'influence de l'adaptation, nulle pour le rouge spectral, devient considérable pour le violet et l'ultra-violet;*

2° *Cet accroissement de sensibilité ne porte que sur la valeur lumineuse de la lumière simple. La couleur paraît plus lumineuse et moins saturée. Finalement, après un séjour suffisant dans l'obscurité, les couleurs spectrales les plus pures, sous une faible intensité, sont perçues à l'état de lumière incolore, le rouge excepté;*

3° *Cet accroissement de sensibilité fait défaut dans la fovea. La fovea ne participe donc pas à l'adaptation rétinienne. La sensation de couleur n'étant pas altérée par l'adaptation dans la fovea, les lumières simples y sont toujours perçues comme couleur.*

Une particularité anatomique de la rétine va nous permettre de déduire de ces faits les fonctions des deux espèces d'éléments, les *bâtonnets* et les *cônes*, qui composent la couche sensible de la rétine.

On sait que la partie principale de la rétine qui se trouve sur le prolongement de l'axe visuel, sur laquelle vient se peindre l'image de l'objet fixé, la *fovea* ou fossette centrale, ne contient que des cônes; elle est dépourvue de bâtonnets et de pourpre visuel ou *érythropsine*. Cette partie, constituée uniquement par des cônes, est d'ailleurs très restreinte; elle n'a guère que trois dixièmes de millimètre d'étendue.

L'absence de bâtonnets dans la fovea a été reconnue depuis longtemps par Henle et confirmée depuis par un grand nombre d'anatomistes.

Kühne a démontré que le pourpre n'existe dans la rétine que là où il y a des bâtonnets. Il fait totalement défaut dans les espèces animales dont la rétine ne renferme que des cônes (pigeon, poulet, couleuvre). Il existe, au contraire, en abondance

dans les espèces où les bâtonnets prédominent ou même existent exclusivement (chouette, anguille). Même constatation sur la rétine humaine. Seuls les bâtonnets sont colorés par le pourpre qui imbibé leur article externe; les cônes et, par suite, la fovea, en sont dépourvus.

L'absence de bâtonnets et de pourpre dans la fovea, maintes fois confirmée, est un fait acquis à la science.

On est naturellement amené à penser que les différences de sensibilité que présente la fovea sont en rapport avec ces différences de structure.

Puisque l'accroissement de sensibilité de la rétine soumise à l'obscurité fait défaut dans la fovea, qui ne contient que des cônes, il faut en conclure que ces éléments y sont étrangers.

Puisque l'accroissement de sensibilité se produit dans les parties de la rétine qui renferment des bâtonnets et du pourpre visuel, il faut en conclure que cette fonction leur appartient.

Puisque cet accroissement de sensibilité nocturne, fonction des bâtonnets et du pourpre, ne porte que sur la sensation lumineuse et non sur la sensation chromatique, qu'il allère au contraire, il faut en conclure que ces éléments sont étrangers à la perception des couleurs.

Puisque l'excitation des cônes de la fovea par les lumières simples donne toujours et exclusivement une sensation de couleur, il faut en conclure que ces éléments sont préposés à la fonction chromatique.

En fait, les deux espèces d'éléments rétiens, les cônes et les bâtonnets, ont des fonctions tout à fait distinctes dans la vision.

Le mode d'excitation de la lumière est différent pour les bâtonnets et les cônes. La lumière agissant sur la rétine y détermine des modifications physiques directement appréciables. On en connaît trois d'une manière assez complète; ce sont: les modifications du pourpre rétinien (Boll, Kühne); la migration du pigment (Brücke, Boll, Czerny, Angelucci, Kühne); les modifications de forme des cônes (Angelucci, Van Gederen, Stort, Engelmann).

Il y a toutefois une distinction à établir dans ces modifications de la rétine objectivement appréciables. Le changement de forme des éléments nerveux et la migration du pigment peuvent être produits par des agents physiques autres que la lumière, par un courant électrique, par la chaleur et même par le son. Ils peuvent également être le résultat d'une excitation nerveuse réflexe (Engelmann). Par contre, le pourpre ne semble pouvoir être modifié que par la lumière. Cette particularité lui assure un rôle prépondérant comme élément spécifique.

Le pourpre visuel n'imbibé que l'article externe des bâtonnets, et il fait défaut là où il n'y a que

des cônes. Il est directement en rapport avec l'action de la lumière sur les bâtonnets. C'est là le fait fondamental qui différencie le mode d'excitation par la lumière des deux ordres d'éléments.

Le pourpre est sécrété par la couche épithéliale pigmentée. Il y a, en outre, une corrélation évidente entre la migration des cellules pigmentaires le long des bâtonnets et la destruction du pourpre par la lumière. Toutefois, la migration du pigment ne paraît pas être sous la dépendance immédiate des modifications du pourpre. Cette migration se produit, bien que d'une manière moins évidente, sur les rétines des reptiles dont la couche à mosaïque se compose seulement d'épithélium pigmenté et dont la rétine ne contient que des cônes, sans bâtonnets et par suite sans pourpre (Angelucci).

La sensation que nous donnent les bâtonnets et les cônes est différente. Cela ressort clairement de nos expériences. L'accroissement de sensibilité de la rétine soumise à l'obscurité, fonction des bâtonnets et du pourpre, ne porte que sur la clarté ou l'intensité lumineuse de la couleur. La couleur observée en même temps qu'elle paraît plus lumineuse paraît moins saturée. Le résultat de cette modification subjective de la sensibilité visuelle est comparable à l'addition de lumière blanche à la couleur, de telle sorte que la saturation d'une couleur ne dépend pas seulement de sa pureté plus ou moins grande, mais aussi du degré d'adaptation de la rétine. Sous une intensité suffisamment faible, la couleur la plus pure devient incolore, parce que, avec cette intensité, elle est impuissante à exciter les cônes; elle n'excite que les bâtonnets, susceptibles d'être impressionnés par des quantités de lumières beaucoup plus faibles, grâce à l'action du pourpre visuel. Nous pouvons donc conclure que *les bâtonnets ne nous donnent qu'une sensation de lumière incolore.*

Dans la fovea, au contraire, une lumière simple suffisamment pure est perçue primitivement comme couleur, quelle que soit l'intensité de cette lumière, que la rétine soit ou ne soit pas adaptée. C'est là un fait que l'on peut, je crois, considérer comme une loi, si l'on tient compte des causes d'erreur que j'ai signalées. Nous pouvons donc conclure que *l'impression des cônes par les radiations simples nous donne primitivement une sensation de couleur.* C'est l'impression des cônes qui, dans les centres visuels, se spécialise en sensation de couleur, en supposant ces centres intacts, tandis que l'impression des bâtonnets ne peut y déterminer qu'une sensation de lumière incolore.

Il n'est pas exact de dire : les bâtonnets sont affectés à la perception de la lumière, les cônes à la perception des couleurs. En posant ainsi la question, on crée un élément de confusion d'autant plus

regrettable que cette confusion a été déjà établie par la distinction entre *le sens de la lumière et le sens des couleurs.*

Qu'entend-t-on par sens de la lumière? Sans doute la fonction des bâtonnets et du pourpre; mais alors il faudrait conclure qu'il n'y a pas de sens de la lumière dans la fovea, et que les animaux privés des bâtonnets n'ont pas le sens de la lumière? J'ai cherché à prévenir cette confusion en intitulant une de mes communications à l'Académie des Sciences: *Sur l'existence de deux modes de sensibilité à la lumière* (1885). Mais le besoin de simplifier a prévalu.

En réalité, les cônes, en nous donnant une sensation de couleur, nous donnent aussi une sensation de lumière, et ils peuvent, comme chez les daltoniens, nous donner une sensation de lumière sans sensation de couleur. Il faudrait donc admettre deux sens de la lumière, mais il est plus physiologique de dire qu'il y a dans la rétine humaine deux réactions lumineuses différentes, deux modes de sensibilité à la lumière.

De ces deux modes de sensibilité, l'un, celui des cônes, ou éléments dépourvus de pourpre, est relativement fixe, autant, du moins, que le comportent les phénomènes de sensibilité. L'autre, celui des bâtonnets et du pourpre, fait varier l'intensité de la sensation lumineuse dans des proportions extraordinaires, suivant l'éclairage ambiant. De plus, il la fait varier d'une manière très inégale, suivant la réfrangibilité des lumières; il la fait varier en modifiant non seulement l'intensité, mais la qualité de la sensation que les radiations simples déterminent sur notre œil.

Ces variations sont dans l'essence de la fonction, mais la fonction elle-même est sous la dépendance de la production du pourpre, c'est-à-dire d'une véritable sécrétion qui, vaissablement, présente des différences individuelles et, chez le même individu, varie suivant l'état de sa nutrition, comme j'ai pu le constater sur moi-même. Certains troubles de la nutrition générale vont jusqu'à abolir plus ou moins complètement cette fonction des bâtonnets et du pourpre : ce sont celles qui déterminent l'héméralopie.

Quelle valeur peuvent avoir les mensurations de la sensibilité visuelle où il n'a pas été tenu compte de ces propriétés de la rétine? Même en tenant compte de ces propriétés, les chiffres par lesquels on exprime la sensibilité de l'œil à la lumière ou aux couleurs ne peuvent avoir qu'une valeur très relative.

En disant que c'est l'excitation des cônes qui se spécialise en sensation de couleur, je n'ai rien présumé sur le processus qui donne lieu à la multiplicité de nos sensations de couleurs. La question se

trouve ainsi limitée, en ce qui concerne les fonctions de la rétine, mais en réalité, elle persiste tout entière¹.

Il y a donc dans la rétine humaine comme deux rétines fusionnées ensemble, celle des bâtonnets et celle des cônes. Ces deux rétines combinent évidemment leur action dans la sensation résultante, mais elles n'en ont pas moins des attributs fonctionnels parfaitement distincts.

Les bâtonnets et le pourpre sont en rapport avec une fonction particulière, *l'adaptation rétinienne*, l'adaptation aux faibles intensités de lumière qui nous permet de voir encore convenablement avec des éclairages relativement faibles, comme celui du crépuscule, celui de la lune, celui des lumières artificielles qui éclairent les rues ou nos appartements. Mais avec les seuls bâtonnets nous n'aurions que la sensation du clair et de l'obscur, nous ne connaîtrions pas les couleurs.

Les cônes constituent les éléments fondamentaux

¹ La question de la vision des couleurs, qui se rattache à celle de la spécificité et de la multiplicité de nos sensations en général, est une des plus délicates de la Physiologie. C'est pour cela que je l'ai réservée.

J'ai émis cependant l'opinion que la spécialisation de l'excitation des cônes en sensation de couleur est un acte cérébral. Non pas que je sépare complètement les fonctions de la partie périphérique et de la partie centrale de l'appareil visuel; elles sont dans un rapport aussi intime que les deux pôles d'une pile. Cependant on peut parler des propriétés différentes de chaque pôle de la pile. Je n'ignore pas que cette manière de voir est en opposition avec les idées actuelles, tendant à reporter à la périphérie la cause de la spécificité de nos sensations, parce que la structure intime du cerveau n'a révélé aucune différence en rapport avec les différents appareils, pas même pour les appareils sensitif et moteur. Faut-il pour cela conclure à l'indifférence des réactions de l'appareil nerveux central? Personne n'oserait le soutenir.

Je crois, du reste, que l'on fait fausse route en cherchant la cause de la multiplicité de nos sensations de couleur dans des hypothèses anatomiques, comme celle des trois fibres de Yong-Helmholtz ou des trois substances visuelles de Hering, même en localisant le processus dans le cerveau. Il est beaucoup plus probable que le nombre en quelque sorte indéfini de nos sensations de couleur, correspond simplement à des modalités différentes de l'énergie nerveuse, comme leur cause répond à des modalités différentes de l'énergie physique qui les produit. On peut en trouver une preuve expérimentale dans les faits de contraste chromatique.

J'ai donné deux preuves expérimentales du siège cérébral des images consécutives que l'on s'obstine à confondre avec la persistance de l'impression rétinienne; il est manifeste, d'autre part, que les phénomènes de contraste sont liés à la production des images consécutives, c'est-à-dire également de siège cérébral. Enfin, j'ai démontré que le phénomène du contraste simultané, que Helmholtz explique par un *acte du jugement*, est le résultat d'une modification réelle des éléments nerveux, qui ne reçoivent pas d'excitation chromatique directe, et que cette modification est le résultat d'une action *à distance*, que j'ai comparée aux phénomènes de polarisation électro-magnétique dès 1882; idée que Charpentier a reprise et développée plus tard. (H. PARINAUD : Du siège cérébral des images consécutives. *Société de Biologie*, 13 mai 1882. — Du contraste chromatique, sa raison physiologique, son siège cérébral. *Société de Biologie*, 22 juillet 1882.)

de la rétine humaine. Ils nous donnent non seulement la sensation du clair et de l'obscur, mais aussi les sensations innombrables des couleurs. Il est évident qu'ils ont aussi le rôle principal dans la faculté de la rétine de différencier les impressions lumineuses géométriquement distinctes, d'où résulte la perception des formes ou acuité visuelle proprement dite. L'acuité visuelle, en effet, n'atteint toute sa perfection que dans la fovea, où il n'y a que des cônes. Elle baisse rapidement en dehors de la fovea et dans les parties périphériques de la rétine où les cônes deviennent de moins en moins nombreux. Le mode d'excitation des bâtonnets qui se fait par l'intermédiaire du pourpre ne se prête guère qu'à des sensations plus ou moins diffuses. Le mode d'excitation des cônes est mieux en rapport avec les propriétés isolatrices de la rétine. Les travaux de Ramon y Cajal sur la structure de la rétine plaident d'ailleurs dans le même sens. Ils montrent que chaque cône est en rapport avec une cellule bipolaire, tandis qu'une seule cellule bipolaire est affectée à plusieurs bâtonnets.

IV. — NATURE DE L'ACTION DU POURPRE RÉTINIEN. RÔLE DE LA FLUORESCENCE.

Comment le pourpre visuel produit-il cette singulière modification de la rétine qui augmente sa sensibilité dans des proportions si considérables pour certaines radiations?

On peut supposer, ou que le pourpre modifie l'élément nerveux, le bâtonnet, en augmentant son excitabilité, à la manière de la strychnine par exemple; ou bien encore, qu'il augmente l'intensité de l'excitation.

Si l'on n'envisage que le fait brut de l'accroissement de sensibilité, la première explication est celle qui se présente naturellement à l'esprit. Elle trouve d'ailleurs quelque appui dans ce fait que le pourpre régénéré ne reste pas simplement au contact du bâtonnet, mais qu'il imbibé réellement l'élément nerveux.

Cette interprétation est cependant insuffisante. On s'explique difficilement par ce processus une augmentation de sensibilité aussi considérable que celle qui se produit pour les radiations bleues et violettes, et on ne s'explique pas du tout pourquoi les radiations rouges ne bénéficient pas de cet accroissement de l'excitabilité nerveuse.

L'action du pourpre visuel est due à sa fluorescence.

On sait que les substances fluorescentes rendent visibles les rayons chimiques. Mais ces rayons peuvent devenir visibles sans le secours d'aucune substance fluorescente. Si, au moyen d'appareils spéciaux, dit Helmholtz, on supprime complètement les autres rayons, aussitôt les rayons ultra-violettes

deviennent facilement visibles, même jusqu'à l'extrémité du spectre solaire. Helmholtz avait soupçonné que la visibilité des rayons chimiques pouvait tenir aux propriétés fluorescentes de l'œil, et ce sont les expériences entreprises dans ce but qui lui firent découvrir la fluorescence de la rétine. Mais cette fluorescence, selon lui, ne serait guère supérieure à celle du papier et n'expliquerait pas la vision des rayons ultra-violet, car, outre que cette fluorescence est faible, la teinte verdâtre de la lueur émise par la rétine diffère trop de celle que nous donne la perception des rayons ultra-violet¹.

Setschenow, reprenant les mêmes expériences, conclut dans le même sens, c'est-à-dire que la fluorescence de la rétine n'est pas la cause de la visibilité des rayons ultra-violet. Il croit cependant qu'on peut expliquer par la fluorescence des milieux transparents situés au devant de la rétine, par celle du cristallin en particulier, la sensation générale de lumière émise dans l'œil par les rayons ultra-violet².

Edmond Becquerel, après avoir constaté qu'en se plaçant dans certaines conditions, l'œil peut voir non seulement les rayons chimiques, mais les raies obscures de cette partie du spectre, dit en terminant : « Mais ne serait-ce pas par une action particulière de phosphorescence des liquides de l'œil que cet effet serait produit³ ? »

Les recherches d'Helmholtz et de Setschenow ont été faites avant la découverte du pourpre par Boll. Les travaux de Ewald et Kuhne⁴ ont établi surabondamment que la rétine doit ses propriétés fluorescentes au pourpre visuel. Les bâtonnets sont seuls fluorescents. Ceux de la périphérie de la rétine, en arrière de l'*ora serrata*, qui sont dépourvus de pourpre, ne sont pas fluorescents. Les propriétés fluorescentes du pourpre varient, d'ailleurs, suivant les modifications que la lumière lui a fait subir. Le pourpre visuel proprement dit donne la fluorescence blanche; le jaune visuel ou pourpre modifié a la fluorescence verte; la couleur verte s'accuse avec le blanc visuel, dernière transformation du pourpre par la lumière. Enfin, en comparant la fluorescence de deux rétines blanchies différemment, l'une par exposition à la lumière après l'extraction de l'œil, l'autre par exposition à la lumière sur l'animal vivant, on trouve que la fluorescence de la première rétine est plus forte que celle de la seconde, qui l'est très peu.

On s'explique que Helmholtz et Setschenow, qui

examinaient des rétines sans avoir pris la précaution de mettre l'animal dans l'obscurité, c'est-à-dire des rétines blanchies sur le vivant, aient trouvé cette membrane très peu fluorescente. L'objection tirée de la faible fluorescence de la rétine pour éliminer son rôle dans la perception des rayons ultra-violet n'est donc pas suffisante. Celle tirée de la différence entre la coloration verte de la fluorescence objective de la rétine sous l'excitation des rayons ultra-violet, et la sensation de blanc ou de gris lavande déterminée par ces mêmes rayons sur notre œil, tombe également, puisque la coloration verte découverte par Helmholtz n'existe que sur le pourpre modifié par la lumière; la fluorescence devient blanchâtre sur la rétine soumise à l'obscurité et avec le pourpre proprement dit. Au surplus, l'argument est mauvais pour une autre raison, car nous avons vu qu'il n'y a pas une corrélation nécessaire entre les propriétés objectives de l'agent lumineux et la sensation qu'il détermine, surtout dans les conditions où les rayons chimiques deviennent visibles, c'est-à-dire avec une rétine qui doit être au maximum d'adaptation nocturne. Nous savons que, dans ces conditions, les couleurs les plus pures peuvent être perçues comme lumière incolore.

Ces objections écartées, nous nous trouvons donc en présence de ce fait : l'existence dans la rétine d'une substance fluorescente et la probabilité que, dans la visibilité des rayons ultra-violet, le pourpre joue le même rôle que les autres substances fluorescentes employées pour rendre visibles les rayons chimiques.

Revenons maintenant dans notre sujet, en faisant remarquer que la visibilité des rayons ultra-violet n'est qu'une conséquence de la propriété générale qu'a la rétine de devenir extrêmement sensible aux radiations les plus réfringibles du spectre quand on la soumet à l'obscurité. Helmholtz et tous ceux qui ont fait des observations sur la visibilité du spectre chimique, insistent sur la nécessité de bien voiler les autres parties du spectre. Ce n'est pas précisément parce qu'on voile les autres parties du spectre que les rayons chimiques deviennent visibles, c'est parce que, pour les voir, il faut que la rétine soit fortement adaptée par l'obscurité et que les radiations du spectre, normalement visibles, détruisent l'effet de l'obscurité, comme la lumière diffuse ambiante.

Nos expériences démontrent que l'accroissement de sensibilité de la rétine soumise à l'obscurité est une fonction du pourpre visuel. Elles démontrent également que la fluorescence du pourpre intervient dans cette fonction.

Remarquons d'abord que la fluorescence du pourpre augmente par le séjour dans l'obscurité et

¹ HELMHOLTZ : *Poggend. Ann.*, XCIV, p. 203.

² SETSCHENOW : *Gräfe's Archiv*, Bd V. 2, p. 205, 1859.

³ ED. BECQUEREL : *La lumière, ses causes et ses effets*, t. I, p. 133, 1867.

⁴ EWALD et KUHN : *Recherches sur le pourpre visuel*. Laboratoire de physiologie de l'Université de Heidelberg, fasc. II, p. 169-185.

qu'elle disparaît presque complètement quand la rétine a été suffisamment exposée à la lumière sur le vivant. Or, les modifications de la sensibilité rétinienne, dont le pourpre est la cause, se produisent dans le même sens. C'est déjà une présomption que les deux phénomènes sont liés l'un à l'autre.

Signalons encore que, lorsque la rétine a été soumise à l'obscurité et qu'elle a acquis ses propriétés fluorescentes par la régénération du pourpre, la sensation développée sur cette rétine par les différentes lumières, la bleue et la violette spécialement, présente la plus grande ressemblance avec celle que donnent à notre œil les corps fluorescents. *Cette sensation est quelque chose de spécial*, et cette particularité a dû frapper ceux qui ont fait des expériences sur le spectre ultra-violet.

Mais nous avons une preuve plus directe du rôle de la fluorescence du pourpre.

On sait que ce qui caractérise la fluorescence proprement dite, ou diffusion épipolique, c'est l'absorption par le corps fluorescent de certaines radiations de la lumière incidente et la restitution de ces mêmes radiations transformées. D'après une loi établie par Stokes, la lumière émise est toujours d'une réfrangibilité moindre que la lumière absorbée. On sait, d'autre part, que ce sont les radiations violettes et ultra-violettes qui sont les plus aptes à développer la fluorescence. Si l'on fait tomber un spectre sur différentes substances fluorescentes, pour un grand nombre, le phénomène n'est appréciable que dans la région ultra-violet et violette du spectre. Avec certaines substances, la fluorescence est visible dans les parties les moins réfrangibles, mais elle va en s'atténuant à mesure qu'on approche du rouge. Pour l'esculine, le bisulfate de quinine, le verre d'urane, elle s'étend jusqu'à la raie F. Pour le curcuma et le gaiac, jusqu'à la raie D. Mais on ne l'a pas observée au delà. Personne, que je sache, n'a développé la fluorescence avec les rayons rouges.

Comment ne pas être frappé de la similitude qui existe entre ce caractère de la fluorescence et l'action du pourpre sur la sensibilité de la rétine? Cette action, surtout prononcée pour les rayons violets et ultra-violets, diminue à mesure qu'on observe des couleurs moins réfrangibles et devient nulle pour le rouge. N'est-ce pas la preuve que cette action du pourpre est due à sa fluorescence?

Je ne crois pas cependant que l'on puisse identifier d'une manière complète l'action du pourpre visuel avec la fluorescence ou phosphorescence que l'on développe dans les substances inorganiques. Dans ce cas, l'absorption de la lumière par le corps fluorescent et sa restitution avec une réfrangibilité moindre, ne paraissent s'accompagner d'aucun

dégagement d'électricité ou de chaleur. Il n'y a, malgré les apparences, aucun accroissement de l'énergie de l'agent lumineux; le phénomène est de nature exclusivement physique. Dans la phosphorescence produite par les matières organiques en décomposition, il est probable qu'il n'en est pas ainsi. Dans la lumière phosphorescente émise par certains animaux vivants, il est certain qu'il n'en est pas ainsi. Des expériences déjà anciennes de Macaire, de Matteuci, celles plus récentes et très complètes de Raphaël Dubois¹, ont démontré, entre autres particularités, que la lumière produite par les pyrophores disparaît si on les prive d'oxygène, si on les place dans le vide ou dans l'acide carbonique; qu'elle reparait si on met de nouveau l'animal dans un milieu oxygéné. La production de la lumière est liée à un phénomène d'ordre physico-chimique, qui est lui-même sous la dépendance plus ou moins directe de l'action vitale. D'autre part, le rôle de la fluorescence proprement dite est démontré par l'existence d'une substance fluorescente dans l'organe qui est le siège de la lumière. Après avoir trituré la matière que l'on trouve dans ces organes, si on filtre le résidu dilué dans l'eau, on obtient un liquide privé de toute trace d'organisation et cependant très fluorescent.

Ce que nous savons du fonctionnement des organes lumineux des pyrophores nous permet de nous rendre plus complètement compte de l'action intime du pourpre dans la vision.

Cette action où domine la fluorescence ne paraît pas d'ordre purement physique, mais physico-chimique et capable de produire de l'énergie. C'est du moins ce que semblent prouver les expériences de Holmgreen, de Dewar et de Joannès Chatin.

Dewar² reconnut en 1874, c'est-à-dire avant la découverte du pourpre par Boll, que l'action de la lumière sur la rétine s'accompagne d'un développement de force électro-motrice mesurable au galvanomètre. Il reconnut l'influence de la fatigue rétinienne sur la force du courant, l'action inégale des couleurs de réfrangibilité différente. Les expériences de Joannès Chatin³ confirment celles de Dewar. Elles établissent le rôle de l'obscurité sur l'intensité du courant, l'action inégale des différentes radiations, *la force plus grande du courant dans les espèces où prédomine le pourpre, comme chez les homards*.

¹ RAPHAËL DUBOIS : Les Elatrides lumineux. Contribution à l'étude de la production de la lumière par les êtres vivants. *Thèse de doctorat ès sciences naturelles*, 1886. Voyez aussi les articles du même auteur publiés dans la *Revue générale des Sciences* du 15 juin 1894, et du 30 juillet 1891.

² JAMES DEWAR : L'action physiologique de la lumière. *Institution royale de la Grande-Bretagne*, lectures du vendredi soir, 1875.

³ JOANNÈS CHATIN : De la chromopsie chez les Batraciens, les Crustacés et les Insectes, 1881.

Nul doute que le courant de Dewar n'ait sa principale cause dans la réaction physico-chimique dont le pourpre est le siège, ainsi que l'avait soupçonné Giraud-Teulon¹. Cependant, toute mise en activité de l'énergie vitale, quel que soit le tissu qui en est le siège, semble s'accompagner d'une modification analogue de la force électro-motrice. Mais, si l'on considère que le courant de Dewar ne se développe bien manifestement que si l'on soumet au préalable l'animal à l'obscurité, si l'on considère encore que les lumières de réfrangibilité différente le développent inégalement et que *le rouge ne le développe pas*, on trouve, dans la concordance de ces faits avec nos expériences, la preuve que ce dégagement d'électricité n'est pas le résultat de la réaction banale que l'on peut obtenir avec tous les tissus, et il devient évident que la cause principale de ce courant réside dans la réaction physico-chimique dont le pourpre est le siège.

Cela admis, on s'explique bien plus facilement comment le pourpre développe d'une manière si considérable la sensibilité rétinienne pour certaines radiations. La fluorescence physique du pourpre joue évidemment un rôle, mais il ne semble pas qu'on puisse expliquer le phénomène seulement par le changement de réfrangibilité de la lumière incidente, par la transformation des radiations chimiques invisibles en radiations visibles. Si, à l'action physique de la fluorescence du pourpre se joint une action d'ordre chimique capable de développer de l'énergie, comme dans l'organe lumineux des pyrophores, le phénomène trouve une explication plus naturelle et plus satisfaisante.

Remarquons, en passant, que ce processus capable de produire de l'énergie peut nous donner l'explication de la *lumière propre de la rétine*, sur laquelle Goethe et Helmholtz ont appelé l'attention, sans en trouver la cause. Je crois, toutefois, que l'excitation des centres cérébraux intervient aussi dans la production des sensations subjectives de lumière.

V. — CONCORDANCE DES FAITS FOURNIS PAR L'EXPÉRIMENTATION PHYSIOLOGIQUE, PAR LA PATHOLOGIE, PAR L'ANATOMIE COMPARÉE.

Je viens de définir, à l'aide de l'expérimentation physiologique, les fonctions essentielles de la rétine, celles des cônes, celles des bâtonnets et du pourpre rétinien.

La Clinique fournit un supplément de preuves. L'étude de l'héméralopie m'avait conduit antérieurement aux mêmes conclusions, et c'est sans doute

la connaissance préalable des faits cliniques qui m'a fait saisir immédiatement la signification des faits expérimentaux, car mes expériences sur les couleurs spectrales avaient été instituées dans un tout autre but. Je m'étais simplement proposé de déterminer l'intensité lumineuse relative des différentes parties d'un spectre¹. J'ai reconnu immédiatement l'impossibilité de cette détermination, j'en ai cherché la cause, je l'ai trouvée dans l'influence inégale de l'adaptation sur les différentes parties du spectre, dans les réactions différentes des bâtonnets et des cônes.

Un premier fait m'avait frappé dans l'étude de l'héméralopie, c'est qu'elle respecte les fonctions de la fovea, fait reconnu antérieurement par Reymon de Turin. La fovea ne contenant pas de pourpre, j'en ai conclu que l'héméralopie était produite par une altération de cette substance, opinion qui a été confirmée depuis par Velardi, Kuschebert, Treitel, Leber, etc., sans avoir trouvé de contradicteurs. La fovea privée de pourpre est d'ailleurs, de ce fait, normalement héméralope; c'est pour cela que l'héméralopie ne change rien à ses fonctions.

Ayant observé, en outre, que la modification de la sensibilité rétinienne qui caractérise l'héméralopie, ne porte que sur la valeur lumineuse des couleurs, non sur la sensation de couleur elle-même, j'en ai conclu que le pourpre rétinien et les bâtonnets sont en rapport avec la seule sensation lumineuse, la sensation de couleur étant la fonction des cônes.

De l'ensemble des faits, j'ai enfin conclu que les bâtonnets et le pourpre ont pour fonction *l'adaptation de la rétine* aux différences d'éclairage, fonction qui permet la vision crépusculaire et qui est altérée chez l'héméralope.

Grâce à la fonction des bâtonnets et du pourpre visuel, le spectre devient non seulement plus lumineux, mais aussi plus étendu par son extrémité violette, qui s'allonge à mesure que l'œil est plus fortement adapté. Supposez cette fonction abolie : le spectre, vu dans l'obscurité, sera intact du côté du rouge et très raccourci du côté du violet. C'est ce que Hirschberg a constaté chez un héméralope. Il en conclut avec Nicati que l'héméralopie est causée par la cécité pour le bleu. C'est une conclusion fautive tirée d'un fait exact.

L'héméralopie nous fournit un exemple de l'alté-

¹ GIRAUD-TEULON : Fixation des images rétinienne. *Bull. de l'Acad. de Méd.*, 1879.

¹ L'instrument dont je me suis servi, construit par Jules Duboscq, a été présenté à la Société de Physique (1884). Il donne deux spectres identiques glissant l'un au-dessus de l'autre, de manière à amener dans une lunette deux couleurs quelconques dont on détermine l'intensité en même temps, c'est-à-dire dans les mêmes conditions d'adaptation. On reconnaît facilement ainsi l'influence inégale de l'adaptation sur les lumières de longueur d'onde différentes.

ration de l'un des modes de sensibilité de la rétine, celui des bâtonnets. Supposons maintenant que ce soit l'autre, celui des cônes, qui soit altéré. Que se produira-t-il ?

Le premier résultat sera évidemment la cécité pour les couleurs. Mais les couleurs continuant à exciter les bâtonnets, elles conserveront leur valeur lumineuse sur la rétine adaptée. Effectivement, Hering, — et d'autres après lui, — ont trouvé que dans le daltonisme congénital total la valeur lumineuse des couleurs, non perçues comme couleurs, était la même que sur l'œil normal. Pour préciser, il est nécessaire d'ajouter qu'il s'agit de la valeur lumineuse des couleurs en tant qu'elles actionnent les bâtonnets et le pourpre visuel, c'est-à-dire qu'elles sont observées par la rétine plus ou moins adaptée. Car les couleurs, agissant sur les cônes, développent aussi une sensation lumineuse. Cette autre sensation lumineuse paraît conservée chez certains daltoniens, donnant la sensation d'un certain gris à la place de la sensation de couleur; elle paraît altérée chez d'autres dont le spectre est raccourci du côté du rouge, ainsi que dans les cas de daltonisme congénital total avec scotome central absolu.

Ces faits devront être étudiés d'une manière plus précise à la lumière des idées nouvelles, mais on voit par ces exemples, que je pourrais multiplier, la concordance qu'il y a entre les faits expérimentaux et les faits cliniques.

Les bâtonnets et les cônes sont très diversement répartis dans la rétine des différents animaux. Les bâtonnets sont plus développés en longueur et existent presque exclusivement dans la rétine des animaux nocturnes (hibous, chauve-souris, hérissons, etc.). Chez d'autres animaux, au contraire, comme la plupart des oiseaux, ce sont les cônes qui prédominent ou qui existent seuls.

Frappé de cette particularité, Schultze avait déjà admis, en 1866, que les bâtonnets sont en rapport avec la perception de la lumière, les cônes, avec la perception des couleurs. L'opinion du grand anatomiste, dont il n'est pas fait mention dans les traités spéciaux, semble avoir passé inaperçue, sans doute parce qu'elle manquait de démonstration expérimentale. Je l'ignorais, en tout cas, quand j'ai tiré mes propres conclusions, et, en Allemagne, von Kries, qui, dernièrement, s'est occupé de cette question et a confirmé mes idées, ignorait également le travail de Schultze : c'est le Professeur Heidenhain qui le lui a signalé. La concordance de nos conclusions n'en est que plus remarquable.

Lorsque Schultze écrivit son Mémoire, le pourpre rétinien n'était pas connu, et encore moins le rôle que je lui ai attribué dans l'héméralopie en 1881. Si ce rôle est réel, il est facile de prévoir que les

animaux dont la rétine est privée de pourpre et de bâtonnets, comme la plupart des oiseaux, doivent être également privés de l'adaptation rétinienne et de la vision crépusculaire, c'est-à-dire être héméralopes. C'est ce qui a lieu, effectivement. Il est d'observation vulgaire que les poules, les pigeons voient d'une manière très imparfaite à la lumière artificielle et se défendent mal de la main qui veut les saisir; qu'aussitôt le soleil couché, ces animaux gagnent leur abri nocturne. Le vieux dicton « se coucher comme les poules », pour désigner quelqu'un qui se couche tôt, a évidemment son origine dans ce fait.

VI. — DISCUSSION DES THÉORIES.

Les faits et conclusions qui forment la base de l'étude que je viens de faire des fonctions de la rétine sont consignés dans diverses communications que j'ai publiées *passim* depuis 1881¹. Je les ai reproduits dans un travail d'ensemble paru en 1894, où j'ai fait, en outre, l'étude sur le mode d'action du pourpre rétinien et le rôle de sa fluorescence².

Il est impossible que des faits aussi nettement accusés que ceux que je viens d'étudier, que des variations aussi considérables de la sensibilité rétinienne n'aient pas frappé les observateurs sous une forme quelconque. Ils ont été entrevus, en effet, et depuis longtemps, mais personne ne les a définis nettement, personne n'en a reconnu la cause ni précisé la signification.

Purkinje a remarqué que c'est le bleu qu'on peut voir à la lumière la plus faible, et que le rouge exige une lumière plus forte. Après lui, Dove a observé que, si l'on compare sous des éclairages différents les intensités lumineuses de surfaces recouvertes de couleurs différentes, c'est tantôt l'une, tantôt l'autre des couleurs qui paraît plus claire. D'autre part, dans la détermination de l'intensité de deux sources lumineuses par la méthode de Rumford, on sait que la comparaison des ombres projetées par les deux lumières ne donne pas de résultats exacts si les lumières sont de

¹ H. PARINAUD : De l'héméralopie dans les affections du foie et de la nature de la cécité nocturne. *Arch. gén. de Méd.*, avril 1881. — L'héméralopie et les fonctions du pourpre visuel. *Acad. des Sciences*, août 1881. — De la sensibilité visuelle. *Acad. des Sciences*, août 1884. — Sur l'intensité lumineuse des couleurs spectrales. *Acad. des Sciences*, novembre 1884. — Sur l'existence de deux espèces de sensibilité à la lumière. *Acad. des Sciences*, octobre 1885.

Les conclusions expérimentales ont été reproduites à l'occasion de présentation d'instruments à la *Société de Physique*, 1883, et à la *Société française d'Ophtalmologie*, 1885.

² H. PARINAUD : La sensibilité de l'œil aux couleurs spectrales. Fonction des éléments rétiens et du pourpre visuel. *Annales d'Oculistique*, octobre 1894.

couleur différente. Les variations d'intensité des couleurs, suivant l'éclairage, sont désignées sous le nom de *phénomène de Purkinje*.

On a expliqué le phénomène de Purkinje par les différences d'éclairage des couleurs observées, ce qui d'ailleurs n'explique rien. Ce ne sont pas les différences d'éclairage des couleurs observées qui le produisent, mais les *différences d'éclairage de la rétine qui les observe*. Le phénomène a une cause non objective, mais subjective, et trouve une explication naturelle dans les propriétés de la rétine, que je viens d'étudier. Il résulte de l'influence inégale de l'adaptation de la rétine sur les lumières de réfringibilité différente, et de cet autre fait que l'adaptation ne porte que sur la valeur lumineuse des couleurs, non sur la sensation de couleur elle-même. Il résulte d'une sorte d'antagonisme qu'il y a entre les deux rétines, celle des bâtonnets et celle des cônes, suivant l'éclairage ambiant.

Dans une série de publications récentes, dont la première remonte à 1894, von Kries, partant de l'étude du phénomène de Purkinje, arrive aux mêmes conclusions que moi sur la rôle des bâtonnets et des cônes, en s'appuyant sur les mêmes faits. Le Professeur Nuel, de Louvain, dans une analyse des travaux de von Kries (*Archives d'Ophthalmologie*, octobre 1895), a signalé cette concordance, en regrettant que l'auteur allemand ne l'ait pas fait lui-même. Von Kries s'est excusé de ne pas connaître mes travaux (*Archiv für Ophthalmologie*, t. XLII, fasc. 3, 1896), mais dans un travail d'ensemble paru ultérieurement, en 1897¹, il renouvelle la même omission, ou plutôt, il me cite sur un fait de détail qui n'a pas de rapport direct avec la question, et évite de me citer sur la question même et sur les faits importants.

Von Kries attribue la découverte de ces faits à d'autres ou à lui-même.

Il attribue à Hering et Hillebrand² la découverte du fait que, sous une faible intensité, les couleurs spectrales sont vues incolores.

Il attribue à Arth. König³ la découverte du fait que, dans la fovea, la sensation de lumière incolore des couleurs de faible intensité fait défaut.

Il s'attribue à lui-même la découverte du rôle de l'adaptation de la rétine et de son influence inégale sur les lumières de longueur d'onde différente.

Ces faits sont nettement exposés dans ma pre-

mière Note à l'Académie des Sciences (1884) et dans toutes celles qui l'ont suivie. Ils sont contenus dans les trois propositions qui résument les résultats de mes expériences.

Von Kries a dit encore, après moi, que la sensation de lumière incolore que donnent les lumières simples de faible intensité est distincte de la sensation du blanc; que, dans l'héméralopie, l'influence de l'adaptation fait défaut; que le maximum d'intensité lumineuse du spectre se déplace vers l'extrémité violette sous l'influence de l'adaptation.

Depuis 1878, Aug. Charpentier a fait sur les fonctions de la rétine un grand nombre de publications. Il a insisté avant moi⁴ sur la sensation de lumière incolore qui précède la sensation de couleur avec une lumière simple d'intensité croissante. Mais il formule ce fait comme une loi absolue, ce qui, dès le début de ses recherches, l'a engagé dans une voie fautive. J'ai démontré que cette sensation de lumière incolore, avec les couleurs de faible intensité, est le résultat de l'adaptation de la rétine. Elle n'existe que dans l'obscurité, elle disparaît à la lumière du jour, c'est-à-dire dans les conditions de la vision normale. Même sur la rétine adaptée à l'obscur, elle fait défaut dans la fovea. Elle fait défaut, en toute circonstance, pour le rouge pur, qui n'est pas influencé par l'adaptation. Elle ne constitue donc pas un fait fondamental impliquant que toute sensation de couleur est développée sur une sensation initiale de lumière incolore. Aug. Charpentier confond, d'autre part, cette sensation de lumière incolore, avec la sensation du blanc.

L'insensibilité moindre de la macula pour la lumière, et en particulier pour la lumière bleue, a été signalée depuis longtemps. Arago avait remarqué qu'on voyait mieux les étoiles en déviant légèrement l'œil qu'en les fixant directement. Hering, Hess, Sachs attribuent cette insensibilité à l'absorption de la lumière par la substance jaune de la macula. Il est probable que le rôle physiologique de cette substance est, en effet, d'absorber les rayons les plus réfrangibles, bleus et violets, qui, avec un faible éclairage ont, sur la rétine une action prépondérante et peuvent gêner les fonctions si délicates de la fovea pour la perception des formes. Mais cette substance ne saurait être la cause de l'insensibilité de la fovea, puisqu'elle n'existe pas dans la fovea elle-même, mais seulement autour d'elle.

J'ai démontré que cette insensibilité de la fovea est encore un effet de l'adaptation rétinienne; elle résulte de la non-participation de la fovea, privée

¹ VON KRIES : *Abhandlungen zur Physiologie der Gesichtsempfindungen*, 1897.

² HILLEBRAND : Über die spezifische Helligkeit der Farben (mit Vorbemerkungen von E. Hering) *Sitzungsber. d. Wien Akad.*, 1889.

³ ARTH. KÖNIG : Über den Menschlichen Sehporpur und seine Bedeutung für das Sehen. *Sitzungsber. d. Berlin Akad.*, 1894.

⁴ AUG. CHARPENTIER : Le sens de la lumière et le sens des couleurs. *Arch. d'Ophthal.*, 1880.

de pourpre, à l'accroissement de sensibilité qui caractérise l'adaptation à l'obscurité. Cette insensibilité est donc relative; elle n'existe pas à la lumière du jour.

La sensation de lumière incolore obtenue avec les couleurs de faible intensité, sur la rétine adaptée, a été invoquée par Hering, Hillebrand¹, Ebbinghaus² à l'appui de la théorie des trois substances visuelles de Hering. On sait que, d'après cette théorie, toutes nos sensations visuelles seraient le résultat d'un travail d'assimilation et de désassimilation de trois substances en rapport avec la perception du blanc-noir, rouge-vert, jaune-bleu. Dans les conditions citées, l'excitation lumineuse n'agirait que sur la substance du blanc-noir; il faudrait des intensités plus fortes pour agir sur les substances donnant les sensations de couleur. J'ai fait remarquer que la sensation de lumière incolore, fonction des bâtonnets, et produite par la fluorescence du pourpre, est distincte de la sensation du blanc et du noir, qui est une fonction des cônes au même titre que celle des couleurs. Si l'interprétation précédente était exacte, il faudrait conclure que les rétines ne renfermant que des cônes sont incapables de percevoir le blanc et le noir, et que, chez l'homme, la fovea, partie fondamentale de la rétine, est aussi privée de la faculté de percevoir le blanc et le noir.

Arth. König³ interprète, au contraire, les faits en faveur de la théorie de Young-Helmholtz, de la théorie admettant que toutes les sensations colorées sont le résultat de la combinaison de trois sensations fondamentales. Seulement, il remplace les trois fibres par trois substances visuelles. Le jaune visuel, produit de la transformation du pourpre, serait la substance affectée à la perception fondamentale du bleu. Il admet hypothétiquement dans la rétine l'existence de deux autres substances pour le rouge et le vert. Arth. König base son opinion sur les propriétés d'absorption du jaune visuel pour les différentes lumières du spectre, sur lesquelles j'aurai à revenir, et sur l'insensibilité de la fovea pour le bleu. J'ai déjà fait remarquer que cette prétendue insensibilité de la fovea pour le bleu n'existe pas. Il y a, dans la rétine adaptée, une insensibilité relative de la fovea pour la valeur lumineuse du bleu — et plus encore pour celle du violet — parce que la fovea ne prend pas part à l'accroissement de sensibilité qui caractérise l'adaptation nocturne, mais la fovea perçoit le bleu aussi bien que les autres parties de la rétine, et même mieux, car la sensation de couleur n'y est pas altérée par l'action perturbatrice du pourpre et des bâtonnets.

En ce qui concerne le rôle physiologique des bâtonnets et des cônes, c'est Schultzze⁴ qui, le premier, en 1866, a émis l'hypothèse que les bâtonnets étaient en rapport avec la perception lumineuse, les cônes avec la perception des couleurs, en se basant sur l'Anatomie comparée, et sur ce fait que, sur la rétine humaine, la vision des couleurs s'affaiblit à la périphérie où les cônes deviennent rares, et les bâtonnets plus nombreux. L'opinion de Schultzze, émise il y a plus de trente ans, avait passé inaperçue. Je ne l'ai trouvée reproduite dans aucune publication en France, et Von Kries a fait la même constatation pour l'Allemagne; c'est depuis mes expériences que cette opinion a été rappelée.

Mes conclusions sur le rôle physiologique des bâtonnets et des cônes sont basées sur deux ordres de faits. Je les ai déduites d'abord des caractères du trouble visuel des héméralopes, qui respecte la fovea, qui n'altère que la valeur lumineuse des couleurs, et qui consiste dans une modification de l'adaptation rétinienne, fonction des bâtonnets et du pourpre. Je les ai déduites en second lieu de mes recherches sur la sensibilité de l'œil aux couleurs spectrales; sur les caractères de l'adaptation rétinienne, qui ne porte que sur la valeur lumineuse des couleurs; sur ce fait que, dans la fovea qui ne contient que des cônes, les lumières simples, en toute circonstance, ne développent qu'une sensation de couleur.

Dès 1839, Krohn avait signalé un pigment rouge dans les bâtonnets des Céphalopodes. Leidig, Schultzze, H. Muller firent des observations semblables chez d'autres animaux, mais ces faits isolés n'avaient pas cours dans la science, et Boll fit une véritable découverte lorsque, en 1876, il signala dans les bâtonnets de la grenouille une substance qui se modifiait par la lumière (Pourpre rétinien, Pourpre visuel, Schpurpur, Rhodopsine, Erythrop-sine).

Peu après la découverte de Boll, Kuhne⁵ parvint à isoler la substance colorante des bâtonnets à l'aide d'une solution de cholate de soude, et fit une étude admirable des caractères physiques de cette substance. Mais il n'assigne au pourpre rétinien aucun rôle physiologique précis. Il fait cependant quelques expériences à ce sujet. Il se demande comment voient les animaux privés de pourpre et constate que des grenouilles et des lapins exposés à une vive lumière et par conséquent privés de pourpre, paraissent voir normalement, ce qui, d'ailleurs, est d'observation vulgaire; c'est par un jour ensoleillé que l'œil humain

¹ HERING, HILLEBRAND : *Loc. cit.*

² EBBINGHAUS : *Theorie des Farbensehens*, 1893.

³ ARTH. KÖNIG : *Loc. cit.*

⁴ M. SCHULTZZE : *Zur Anatomie und Physiologie der Retina*, *Arch. f. mikrosk. Anat.*, 1866.

⁵ KUHN. — *Loc. cit.*

voit le mieux, bien que, dans ces conditions, il soit privé de pourpre rétinien.

Les grenouilles, certains sujets tout au moins, paraissent avoir pour la couleur verte une prédilection. Si on les place dans un bocal couvert moitié de vert, moitié de bleu foncé, elles se groupent en très grand nombre dans la partie verte. La même expérience, faite avec des grenouilles privées de pourpre par exposition à la lumière vive, donne à peu près les mêmes résultats. Kuhne en conclut qu'il est probable que la couleur atteint des éléments dépourvus de pourpre. Les cônes auraient tous les attributs de la sensation, les bâtonnets ne percevraient que le clair et l'obscur. La conclusion générale de Kuhne est que le rôle du pourpre dans la vision est peu important; il se demande même s'il constitue réellement une substance visuelle, en se basant sur son absence dans la rétine d'animaux qui ont une vision parfaite, sur son absence également dans la fovea de la rétine humaine, c'est-à-dire dans la partie qui est physiologiquement la plus importante. Kuhne et Ewald ont également étudié la fluorescence du pourpre rétinien, sans lui attribuer une importance fonctionnelle.

Kuhne a encore signalé que le pourpre rétinien et son dérivé, le jaune rétinien, ont des spectres d'absorption différents. König et ses élèves, M^{me} Kottgen et G. Abelsdorff¹, ont repris cette étude. König, qui a pu déterminer le spectre d'absorption du pourpre et du jaune de l'œil humain, trouve le maximum d'absorption du jaune dans le bleu du spectre. Il invoque ce fait à l'appui de sa théorie d'après laquelle le jaune visuel serait affecté à la perception fondamentale du bleu, le pourpre pro-

prement dit étant affecté à la perception lumineuse. M^{me} Kottgen et G. Abelsdorff, étudiant le spectre d'absorption du pourpre chez les Vertébrés, trouvent des différences suivant les espèces.

J'ai démontré que le pourpre et les bâtonnets sont en rapport avec une fonction particulière, l'adaptation rétinienne, l'adaptation aux différences d'éclairage, qui permet la vision avec des intensités de lumière relativement faibles et, en particulier, la vision crépusculaire. Je l'ai encore établi par deux ordres de faits : par mon étude sur l'héméralopie (1881), dont le trouble visuel est essentiellement caractérisé par l'altération de cette fonction; en second lieu, par mes expériences physiologiques, en définissant les caractères de l'adaptation rétinienne et en montrant que cette adaptation fait défaut dans la fovea privée de pourpre, ce qui établit qu'elle est fonction des bâtonnets et du pourpre (1884). Plus tard, dans mon travail d'ensemble de 1894, je me suis demandé comment le pourpre rétinien produit l'accroissement de sensibilité qui caractérise l'adaptation nocturne. Ayant reconnu que cet accroissement de sensibilité, nul pour le rouge, porte surtout sur les rayons de faible longueur d'onde, de manière à rendre visible le spectre ultra-violet lui-même, et frappé de la similitude de cette action avec celle des substances fluorescentes, je fus conduit à expliquer l'action du pourpre rétinien par sa fluorescence. Toutefois, cette action n'est pas d'ordre purement physique; elle est combinée à un acte vital, et le processus rétinien offre une certaine analogie avec celui qui donne naissance à la production de lumière chez certains animaux.

D^r H. Parinaud.

L'ÉQUILIBRE CHIMIQUE DANS LES SOLIDES

ET LES ACIERS AU NICKEL²

Les singulières anomalies que présentent les aciers au nickel n'ont paru, pendant longtemps, défier toute explication théorique. Plusieurs de celles que j'ai successivement essayées s'appliquaient bien, en effet, à une partie du phénomène, mais se trouvaient contredites par un fait impor-

tant. Aujourd'hui, après une recherche faite surtout dans un but pratique confinant aux applications industrielles, et qui m'a occupé pendant de longs mois, je crois n'être plus trop éloigné de l'idée qui pourra expliquer, au moins dans leurs traits généraux, les phénomènes complexes que présentent ces curieux alliages. C'est sous une forme encore rudimentaire que je présenterai ici cette idée, après avoir rappelé les faits qu'elle est destinée à grouper.

1

On sait, depuis plus de dix ans, que certains alliages de fer et de nickel ne sont pas magnétiques

¹ ARTH. KÖNIG : *Loc. cit.*; ELSE KÖTTGEN UND G. ABELSDORFF: Die Arten des Schpurpurs in der Wirbelthierreihe. *Sitzungsber. der Berlin. Akad.*, 1893.

² Cette étude a été rendue possible par la libéralité avec laquelle MM. H. Fayol, directeur général, et L. Dumas, secrétaire général de la Société de Commentry-Fourchambault, ont mis à ma disposition les nombreux alliages nécessaires à mes recherches. Ces alliages ont été préparés et analysés dans les aciéries d'Imphy.

aux températures ordinaires. Une des propriétés les plus caractéristiques de chacun des composants a donc disparu du mélange, comme dans une véritable combinaison chimique. Mais, ce qui est peut-être plus remarquable encore, c'est que le magnétisme peut reparaitre lorsque l'alliage est soumis à l'action d'une température basse, ou à un travail mécanique tel que le tournage, le laminage ou le tréfilage. Tel morceau de ferro-nickel, insensible à l'aimant, donne, lorsqu'on l'attaque par la lime ou l'outil de tour, des copeaux ou des limailles à peu près aussi magnétiques que ceux que l'on aurait détachés d'un barreau de fer.

Tous ces faits, bien étudiés par MM. J. Hopkinson, H. Le Chatelier, Osmond, A. Le Chatelier, Charpy, nous montrent que certains alliages de fer et de nickel peuvent posséder au moins deux équilibres différents suivant le traitement qu'ils ont subi.

Les conditions dans lesquelles s'opère le passage d'un état à l'autre rentrent dans un important ensemble de phénomènes, que l'on rencontre un peu partout quand l'attention a été attirée sur leur existence, mais qu'on ne devine pour la première fois que lorsqu'on se trouve en présence d'un de leurs types bien marqués.

Une éprouvette d'un ferro-nickel transformable s'allonge fortement quand on la soumet à la traction, puis finit par se rompre. La cassure est franche, comme si l'alliage avait été particulièrement sec, et, tandis qu'avant l'opération le barreau n'était pas magnétique, il est devenu attirable à l'aimant.

Ainsi, le métal, soumis à un effort, modifie ses propriétés avant la rupture; et, en y regardant de près, on s'aperçoit que toute la transformation qu'il a subie a augmenté sa résistance. Si l'on voulait chercher dans le phénomène une relation de cause à effet, on pourrait dire que l'alliage s'est transformé *pour mieux résister* à la rupture.

Lorsqu'un barreau d'un métal quelconque est soumis à un essai de traction, la zone étranglée qui marque l'endroit où la rupture va se produire possède, en général, une ténacité spécifique plus grande que celle des régions voisines, ainsi que l'ont montré de belles expériences de M. le Commandant Hartmann.

Dans certains aciers au nickel, le phénomène s'exagère. Dès qu'à un endroit déterminé de l'éprouvette il se manifeste une tendance à la striction, l'alliage durcit en ce point précis, la contraction se marque à peine, et, le produit de la surface par la ténacité y devenant plus grand qu'en un autre point du barreau, le mouvement s'arrête pour reprendre à un autre endroit. Ainsi, la transformation se fait graduellement, revenant probablement plusieurs fois au même point, jusqu'à ce

que le barreau entier ait passé à l'état dur et cassant. C'est alors seulement que se produit la rupture, et l'on se trouve en présence de ce fait paradoxal, qu'une tige de métal qui a subi sans se rompre un allongement semblable à ceux qu'éprouvent les métaux extra-doux, est maintenant dure et fragile comme un acier trempé.

On trouverait difficilement un exemple plus net des transformations auxquelles la matière semble se soumettre volontairement ou instinctivement pour conserver son intégrité lorsqu'elle est menacée par une force extérieure.

Dans son passage à l'état magnétique, l'acier au nickel que j'ai nommé *irréversible* augmente de volume, comme l'a déjà démontré M. Hopkinson. M. A. Le Chatelier a trouvé qu'aux deux états extrêmes la dilatation des alliages de cette catégorie peut varier du simple au double.

Examinant la question de plus près, j'ai reconnu que tous les aciers au nickel dont les formules sont comprises, au moins approximativement, entre Fe et Fe³Ni possèdent des propriétés irréversibles. La région de température dans laquelle ils peuvent exister sous les deux états d'autant plus étendue qu'ils se rapprochent davantage de la deuxième composition. Les alliages contenant peu de nickel passent à l'état magnétique peu au-dessous du rouge. Vers 16 % de nickel, la transformation commence à se produire non loin de 130°; à 21 % elle débute au-dessous de zéro. La transformation est *graduelle* pour tous ces alliages, et peut embrasser un intervalle de 200 degrés. Pendant que l'alliage le traverse, en se refroidissant, toutes ses propriétés changent simultanément. Son volume augmente peu à peu ainsi que son magnétisme, sa dilatation baisse en même temps que son module d'élasticité, pendant que la limite élastique est considérablement reculée.

L'allongement total qu'éprouve dans cette transformation une barre de 1 mètre de longueur est d'environ 6 millimètres. La dilatation, qui est, au début, comprise entre 18 et 20, descend entre 10 et 11 millièmes.

Tous ces alliages repassent à l'état doux lorsqu'on les chauffe au rouge cerise. Ils y viennent graduellement comme dans la transformation par le froid.

La relation avec la teneur nous montre que le phénomène devient moins net à mesure que l'on dilue l'alliage Fe³Ni dans du fer.

Si l'on fait abstraction d'un léger retour qui se produit au recuit, et qui est déjà nettement mesurable à 100°, on peut dire que tous ces alliages conservent indéfiniment les propriétés qu'ils ont acquises par une trempe ou par un recuit partiels. Aussi longtemps qu'on ne dépasse pas, soit en haut,

soit en bas, les températures auxquelles l'alliage a été exposé dans sa dernière transformation partielle, il garde les propriétés intermédiaires qu'il avait à ce moment. Il peut rester indéfiniment mi-dur, mi-élastique, faiblement magnétique, et posséder une dilatation comprise entre 11 et 18 millièmes.

II

Dès que l'on dépasse une certaine teneur en nickel voisine de 25 %, les phénomènes changent du tout au tout. D'irréversibles, les alliages deviennent réversibles, et possèdent, à toute température, des propriétés qui, en première approximation, ne dépendent que de cette variable.

Mais les alliages réversibles de fer et de nickel présentent d'autres particularités tout aussi singulières que celles dont il vient d'être question.

Au cours de la détermination d'une règle en acier au nickel appartenant à la Section technique de l'Artillerie, M. J.-R. Benoit, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, trouva, pour cet acier, une dilatation voisine de celle du laiton. C'était la première fois que l'anomalie de dilatation était constatée dans un acier au nickel. Un an plus tard, examinant une barre d'un autre alliage similaire qui avait été fournie au Bureau international par la Société de Commentry-Fourchambault, je reconnus qu'elle était deux fois moins dilatable que l'acier ordinaire. J'entrepris alors d'étudier de plus près cette anomalie, dont voici les traits essentiels :

A partir des teneurs les plus basses des aciers au nickel réversibles, la dilatation s'abaisse graduellement jusque vers 36 % de nickel, et remonte ensuite vers la valeur normale. La plus faible dilatation trouvée est égale au dixième de celle du platine¹.

Tous les alliages de cette catégorie sont magnétiques aux basses températures. Mais, lorsqu'on les chauffe, ils perdent graduellement leur magnétisme, et la température où la perméabilité devient égale à 1 est fonction de la teneur. Cette température, qui est inférieure à zéro pour un acier à 26 % de nickel, atteint 320° pour un alliage qui en contient 40 %.

Lorsque le magnétisme est près de disparaître, la dilatation de l'alliage s'élève rapidement, et, à la température où il est devenu insensible à l'aimant, la dilatation prend une nouvelle valeur beaucoup plus élevée qu'à l'état magnétique.

Un alliage, qu'on amène d'une température élevée à une température plus basse, se contracte à mesure du refroidissement; puis, si la nouvelle température se maintient pendant un temps pro-

longé, il revient un peu en arrière, et subit une dilatation avec le temps, qui dépend de la composition de l'alliage et des températures auxquelles il a été soumis. La rapidité de cette variation diminue lorsqu'on s'éloigne de la température de perte totale du magnétisme; en d'autres termes, l'alliage est d'autant plus stable que la température s'abaisse davantage. Aux températures basses, et pour certains alliages, le mouvement a pu être suivi pendant près d'une année.

Si l'on ramène ensuite le métal à une température élevée, il suit la marche inverse, s'allonge pendant le réchauffement, puis commence aussitôt à se raccourcir pour arriver, après un temps plus ou moins long, à un état définitif. La variation au réchauffement est plus rapide qu'au refroidissement.

On reconnaît là les traits généraux des mouvements qu'éprouve le zéro d'un thermomètre soumis à des températures diverses. Les variations de volume du verre sont de signe inverse de celles qu'éprouvent les aciers au nickel, mais toutes les lois qui régissent l'un des phénomènes sont minutieusement reproduites dans l'autre.

Une théorie qui donnera l'explication de l'un des groupes de variations a donc bien des chances pour s'appliquer à l'autre.

III

Les faits qui viennent d'être rappelés décèlent des relations très intimes entre les propriétés magnétiques des aciers au nickel et les variations réversibles ou irréversibles de leur volume. Les déformations permanentes ou résiduelles sont, de plus, l'indice d'une transformation dont on observe les derniers restes seulement après que la température est définitivement établie, mais qui a débuté pendant sa variation. Nous sommes ainsi conduits, en dehors même de toute idée théorique, à admettre que, par le refroidissement, une modification moléculaire prend naissance, un certain élément de l'alliage augmente de volume, et ce gonflement intérieur, se soustrayant de la contraction qui devrait avoir lieu si chacun des composants était seul, la réduit à une quantité qui, dans certains cas, est presque nulle.

Les alliages irréversibles augmentent de volume lorsqu'ils deviennent magnétiques. Les réversibles se contractent moins que ne l'indique la loi des mélanges. Les deux phénomènes, différents dans leur aspect, semblent, en définitive, n'être que deux formes d'une même transformation. Il suffira, pour le moment, de retenir ce fait, que l'augmentation de la perméabilité magnétique dans les alliages des deux catégories augmente le volume moléculaire moyen de l'ensemble.

¹ Voir la *Revue* du 30 juin 1897.

Pour simplifier cet exposé, je me limiterai à cette connexion bien nette entre les propriétés magnétiques et les variations du volume; d'autres propriétés des aciers au nickel, dont l'étude est ébauchée, auraient pu conduire à des conclusions analogues.

IV

Nous savons fort peu de chose sur la nature intime des corps magnétiques et sur la cause de leur magnétisme. Nous savons qu'en général cette propriété disparaît des combinaisons, et nous pouvons en conclure qu'elle est moléculaire et non atomique.

Tout le monde admet aujourd'hui que la plupart des alliages ne sont point un simple mélange de deux corps métalliques, mais bien de véritables combinaisons, en proportions définies, ou un mélange de composés définis, ayant leurs propriétés bien accusées, leurs formes cristallines caractéristiques. Si, dans le mélange par fusion des deux corps les plus magnétiques que l'on connaisse, cette importante propriété est absente aux températures où chacun des composants la possède à un haut degré, on admettra sans peine que nous ayons affaire à une véritable combinaison. La conséquence presque inévitable de cette première idée est que, lorsque le magnétisme reparait, la combinaison est rompue, il y a dissociation.

Le diagramme de la figure 1 met cette relation bien nettement en lumière. La courbe μ représente la

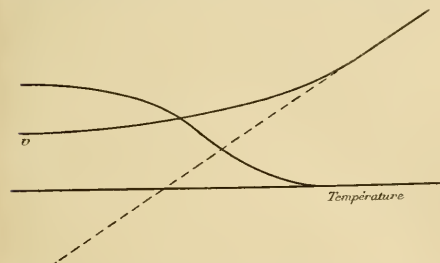


Fig. 1. — Diagramme montrant la relation entre la variation de volume v et la variation de perméabilité μ d'un acier au nickel en fonction de la température.

perméabilité magnétique, et la courbe v la variation du volume, toutes deux en fonction de la température comme abscisses. Or, si l'on prolonge vers le bas la droite qui correspond à la dernière partie de la courbe des volumes, on voit celle-ci s'en écarter progressivement, comme la courbe de la perméabilité s'écarte de l'axe des abscisses.

Les expériences faites jusqu'ici ne permettent pas d'affirmer que le rapport entre les deux phénomènes est aussi étroit que le montre le diagramme;

mais le lien existe, dans ses traits essentiels, tel qu'il vient d'être décrit.

Cette théorie conduit à une conclusion singulière; c'est que, lorsque l'alliage possède la perméabilité maxima correspondant à sa composition, la contraction doit reprendre son allure et limiter, vers le bas, la zone des faibles dilatations. Certains faits d'expérience semblent indiquer qu'il en est bien ainsi, mais le phénomène n'a pas encore été observé sur un intervalle de température assez étendu pour que les trois parties de la courbe des dilatations deviennent bien apparentes sur un seul alliage.

Les aciers au nickel irréversibles seraient ainsi, après leur passage au froid, de simples mélanges de fer et de nickel. L'alliage typique Fe^3Ni est celui qui résiste le mieux à la dissociation. Lorsqu'il contient du fer en dissolution, ses propriétés sont moins nettes; ce fer, en excès, provoque plus tôt le retour à l'état de mélange.

Cette transformation se produisant graduellement lorsque la température baisse, on en conclut qu'une certaine quantité d'éléments dissociés peuvent assurer l'équilibre de l'ensemble; mais, après le passage à une certaine température basse, une proportion donnée dans la dissociation est définitivement acquise, aussi longtemps qu'une chauffe au rouge n'intervient pas pour provoquer une recombinaison partielle ou totale. Là, l'équilibre est instable, tout changement est définitif, le renversement de la température ne produit pas le retournement du phénomène.

Il n'en est pas de même dans les alliages réversibles. Tout changement qui se produit dans un sens peut aussi se renverser. Lorsque l'alliage se contracte au refroidissement, il se dilate au réchauffement, d'une quantité à très peu près égale entre les mêmes limites de température. La dissociation, qui s'est accrue dans un refroidissement déterminé, disparaît à peu près dans la même mesure au réchauffement. En d'autres termes, ces alliages tendent à toute température déterminée vers un équilibre stable, qui, après une variation quelconque de la température, est presque atteint toutes les fois qu'on repasse par cette température déterminée, mais qui n'est définitif qu'après un séjour prolongé à cette température.

Nous sommes ainsi conduits à envisager les aciers au nickel réversibles comme des composés qui, entre certaines limites de température, sont des mélanges stables d'un composé de fer et de nickel et des deux composants séparés. L'anomalie de dilatation la plus accusée se produit non loin de l'alliage correspondant à la formule Fe^2Ni . En dehors des proportions qui donnent lieu à ce composé défini, nous avons affaire à un mélange

comme dans le cas des alliages irréversibles.

Ce n'est pas à dire que cette théorie, qui rend compte si simplement des phénomènes observés soit de tous points satisfaisante; elle recèle plus d'une difficulté, mais on trouvera peut-être équitable pour le moment de lui en faire crédit.

V

La théorie des déplacements du zéro dans les thermomètres à mercure a donné lieu à de longues controverses d'où il n'est pas sorti jusqu'ici de théorie parfaitement satisfaisante. Les changements séculaires, qu'on accélère par le recuit, ont été attribués, avec une grande apparence de raison, à la disparition de tensions, produites pendant la fabrication de l'instrument, par un refroidissement trop rapide. Mais les variations accidentelles ne cadrent qu'avec peine dans cette idée, tant au point de vue qualitatif qu'à celui de la grandeur des phénomènes observés.

Il était très attrayant de ramener la cause de ces variations accidentelles à la théorie élastique. Les expériences combinées de quelques physiciens ont montré que les déformations élastiques des verres sont régies par des lois très semblables à celles auxquelles obéissent les résidus thermiques. Mais lorsqu'on soumet la question au calcul, on voit sans peine que les premiers, considérés comme la cause de ceux-ci, n'en expliquent pas la centième partie. D'ailleurs on doit à M. Crafts une belle expérience qui réduit cette idée à néant¹.

Mais supposons qu'il puisse exister, dans le verre, des composés variables, qu'il s'y produise des échanges constants suivant la variation des affinités aux diverses températures. On comprendra alors comment il se fait qu'à toute température un verre d'une composition donnée tende vers un état définitif, et que cet état se modifie avec la température à laquelle le verre est actuellement soumis. On comprendra aussi que les verres contenant les deux alcalis soude et potasse en quantités comparables soient beaucoup plus sujets à des modifications de cet ordre que les verres d'une composition plus simple, et d'où l'un des alcalis est presque complètement absent.

L'action d'un recuit prolongé, qui, ainsi que l'a montré M. L. Baudin, diminue l'amplitude des variations accidentelles pourrait être attribuée à la formation définitive de certains composés stables, qui ne participeraient plus dès lors aux échanges.

Enfin, la similitude des résidus élastiques avec

les résidus thermiques conduit à penser, — la relation de cause à effet étant éliminée, — à une cause commune aux deux phénomènes.

Nous savons que les forces mécaniques sont susceptibles de modifier les composés instables. Il est très naturel, semble-t-il, d'admettre que, dans le verre, les compressions ou les tractions locales puissent modifier la nature des associations et provoquer des variations passagères de forme, qui disparaissent peu à peu lorsque l'effort a été supprimé.

La différence entre cette théorie et celle qui est habituellement enseignée réside dans le rôle qui y est attribué à des forces chimiques, c'est-à-dire intra-moléculaires, au lieu des forces s'exerçant de molécule à molécule. On comprend aisément, dans la théorie classique, comment un corps déformé d'une manière permanente conserve une partie de sa déformation. Mais on conçoit moins facilement le retour graduel au premier état, qui se produit longtemps encore après que la force a cessé d'agir. L'intervention d'une affinité chimique variable suivant la température et les pressions locales fait surgir la force permanente dont on a besoin pour expliquer le retour graduel à une première forme.

Nous voyons ainsi cette variation dans l'affinité rendre compte de phénomènes complexes et dont la théorie n'était guère jusqu'ici qu'un énoncé des faits eux-mêmes mis sous une forme générale. Nous la voyons aussi s'appliquer aussi bien qu'il était possible de l'espérer aux extraordinaires bizarreries que présentent les plus singuliers des alliages.

Si je me suis laissé aller à préciser la nature des transformations chimiques dont il s'agit, c'est avec l'idée que le lecteur y mettrait lui-même les restrictions que la prudence commande. Mais je crois qu'on ne saurait se soustraire à l'idée générale que tous ces phénomènes se ramènent à un équilibre chimique variable, stable ou instable, réversible ou irréversible.

Ces modifications chimiques semblent, il est vrai, incompatibles avec l'état solide idéal; mais les expériences d'électrolyse du verre, les observations microscopiques des alliages, les résultats analytiques relatifs à la diffusion des métaux les uns dans les autres ont démontré l'existence d'une migration des particules soi-disant solides bien autrement importante que les mouvements sur places dont la théorie qui vient d'être exposée suppose l'existence.

Ch.-Ed. Guillaume.

Physicien
au Bureau international des Poids et Mesures.

¹ Voir mon *Traité de Thermométrie*, p. 143.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS

DE L'INDUSTRIE DU FER ET DE L'ACIER BRUTS EN FRANCE

TROISIÈME PARTIE : NATURE DES PRODUITS

ET CONDITIONS ÉCONOMIQUES ET SOCIALES DE LA PRODUCTION

Nous avons étudié dans deux articles précédents¹, au point de vue purement technique, les procédés de fabrication du fer et de l'acier bruts. Avant d'aborder l'étude des conditions économiques de cette industrie, il est nécessaire de dire quelques mots de la classification des produits qu'elle livre à la consommation. La question n'est pas aussi simple qu'elle le paraît au premier abord; elle a suscité de longues discussions.

I. — CLASSIFICATION. PROPRIÉTÉS ET USAGES
DES DIVERSES CLASSES DE PRODUITS.

Avant l'invention de la cornue Bessemer et du four Martin, la classification ne soulevait pas de difficultés : le fer, produit au bas foyer ou au four à puddler, se distinguait nettement de l'acier fabriqué dans les mêmes appareils : la cassure était différente, le grain n'était pas le même; la dureté, la ténacité étaient différentes; la trempe agissait sur l'un, et ne produisait aucun effet sur l'autre; l'acier se reconnaissait donc à des caractères très nets, également applicables au métal obtenu au creuset; ses emplois étaient restreints et spéciaux.

La fabrication du métal fondu a livré à l'industrie, dans le courant de ce siècle, des variétés de plus en plus nombreuses qui, par leurs propriétés, formaient une série continue entre l'acier et le fer types. La cornue Bessemer, à revêtement acide, ne donnait au début, comme le creuset, que de véritables aciers; mais l'invention de Thomas et Gilchrist a permis de fabriquer l'acier de plus en plus doux; on obtient les mêmes résultats au four Martin; l'industrie a donc à sa disposition, depuis vingt ans, du métal fondu dont les propriétés sont, pour la plupart, identiques à celles du fer puddlé.

L'idée est alors venue de classer les produits d'après ces propriétés, abstraction faite du mode de fabrication. Dans l'échelle des produits carburés du fer, ceux désignés sous le nom de fer et d'acier correspondent aux teneurs en carbone inférieures à 2 %; de 2 à 3 %, il n'existe pas de métal d'une application usuelle possible; au delà de 3 % vien-

nent les fontes, qui se distinguent par leur absence de malléabilité. Les fers et les aciers se distinguent par leurs propriétés physiques et mécaniques : la dureté, la ténacité, notamment, fonctions de leur composition chimique. Une autre propriété qu'on a cherché à prendre pour base de la classification, c'est l'aptitude à prendre la trempe; celle-ci n'agit que sur les métaux les plus carburés. Audessous de 0,6 % de teneur en carbone, ou même de 0,25 %, s'il existe d'autres impuretés avec le carbone, le brusque refroidissement ne durcit pas le métal. Là est un critérium qui devait, quel que fût le mode de fabrication, distinguer le fer de l'acier.

Dans la pratique, cette classification s'est trouvée insuffisante. Le fer puddlé se distingue, en effet, du métal, même le plus doux, produit sur sole, ou au procédé Thomas, par une propriété qui tient à son mode même de fabrication : la soudabilité. La constitution de ce métal, l'existence de scorie interposée entre les masses de fer, fait qu'il se soude à lui-même, lorsqu'il est chauffé, avec la plus grande facilité; tandis que le métal fondu ne se soude qu'avec des précautions toutes spéciales, de sorte que, pour les emplois courants, pour la petite forge notamment, les praticiens ont préconisé, et préconisent encore, l'emploi du fer puddlé. Si l'on ajoute à cette considération celles que nous avons développées dans notre premier article, au sujet des propriétés particulières du métal fondu, on se rendra compte qu'il était illusoire de confondre sous le même nom, pour la pratique du commerce, deux variétés qui, bien qu'identiques par leur composition chimique et certaines des propriétés qui en dépendent, s'en distinguent par une propriété fondamentale au point de vue de l'emploi courant.

On a donc renoncé à classer les produits métallurgiques d'après les résultats de l'analyse, ou des essais au banc d'épreuve ou à la trempe; et on en est revenu à distinguer les produits fabriqués d'après le mode de fabrication. C'est la base actuellement adoptée en France pour la statistique officielle; c'est celle que nous adopterons dans notre étude. Nous désignerons donc sous le nom de *fer* le fer puddlé seulement; et nous désignerons sous le nom d'*acier*, outre l'acier puddlé et

¹ Voyez à ce sujet la *Revue* du 15 mars 1898, pages 178 et suiv., et du 30 mars 1898, page 229 et suiv.

l'acier au creuset, tout le métal fondu, au convertisseur ou sur sole, quelles que soient les propriétés très diverses et très multiples de ces produits.

Ce n'est pas ici le lieu d'exposer les qualités des diverses sortes de fers et d'aciers. Cette discussion appartient à l'étude des produits finis : nous ne nous occupons en ce moment que de la fabrication de demi-produits, et c'est principalement l'élaboration de ces demi-produits qui détermine les propriétés mécaniques appliquées dans l'industrie.

Sans entrer dans le vif de cette discussion, il est néanmoins nécessaire d'indiquer, en quelques mots, quels sont les principaux usages des divers produits dont nous nous occupons.

Le four à puddler permet d'atteindre une régularité, en même temps qu'une perfection de fabrication extrêmement remarquable. L'ouvrier suit chaque parcelle de métal, depuis le chargement au four jusqu'au laminoir; et il ne se produit jamais, dans cette élaboration, de réaction nuisible qui passe inaperçue, et à laquelle on ne puisse remédier, comme celles qui peuvent, dans certains cas, se manifester dans une lingotière. Aussi le four à puddler a-t-il toujours donné les produits les plus recherchés; lorsqu'il est appliqué aux fontes fines, comme les fontes au bois, il donne des fers exceptionnels, comme les fers de Suède, tenant 0,05 % de carbone, 0,006 de soufre, 0,028 de phosphore et 0,03 % de manganèse, ou comme les fers d'Audincourt, en France.

L'emploi de l'acier a longtemps été réservé aux produits spéciaux par leur dureté ou par telles qualités que le fer ne pouvait réaliser. Lorsque les progrès de la fabrication eurent abaissé le prix de revient de l'acier, la généralisation de son emploi industriel fut lent et progressif: le fer a longtemps résisté, les consommateurs répugnant à employer un métal dont la régularité de constitution ne leur paraissait pas assurée. L'acier Bessemer n'a eu tout d'abord pour débouché que le rail: successivement, ses usages se sont multipliés. Mais sans la découverte de Thomas et Gilchrist, ils seraient loin d'être aujourd'hui répandus comme ils le sont: l'emploi du revêtement basique, permettant d'obtenir un métal d'une douceur jusque-là inconnue, a permis à l'acier de se substituer graduellement au fer pour la construction: fers marchands, poutrelles, profilés divers, tôles de construction, etc. Pendant ce temps, l'acier Martin, d'une régularité de fabrication plus grande que l'acier Thomas, voyait ses débouchés grandir pour les fabrications de choix. Malgré de vives résistances, les tôles de navires, puis les tôles de chaudières mêmes furent faites en acier; et, sans parler du matériel de guerre, qui constitue pour l'acier sur sole un dé-

bouché incomparable, nous voyons aujourd'hui ce métal employé dans des fabrications jusqu'ici réservées soit à l'acier au creuset (aciers spéciaux, aciers à outils, taillanderie, machines agricoles, etc.), soit au fer fin (boulons, pointes, etc.). Malgré la préférence d'un grand nombre d'artisans, qui tiennent, comme nous l'avons vu plus haut, pour le fer soudable, le métal puddlé perd chaque jour du terrain. Longtemps il a résisté, particulièrement dans les pays à main-d'œuvre économique, comme la Belgique; mais un des événements les plus significatifs de ces dernières années a été la transformation, dans ce pays, de plusieurs grandes forges en aciéries. Chez nous, la transformation se fait graduellement, et s'accroît.

II. — PRODUCTION DU MÉTAL BRUT EN FRANCE.

Les statistiques officielles indiquent la production du métal ouvré, et non du métal brut. Il n'est donc pas possible, ne connaissant pas les déchets de fabrication, d'indiquer exactement la production de l'acier et du fer bruts. Mais les chiffres relatifs au métal ouvré nous donneront, sur les variations de cette production, sinon sur sa valeur absolue, des indications très complètes.

Le fer et l'acier fabriqués en France proviennent: soit du réchauffage de pièces de fer et d'acier hors d'usage¹, soit de l'élaboration de fer ou d'acier bruts importés, soit enfin de l'élaboration de fer ou d'acier bruts provenant d'usines françaises. C'est aux produits finis de cette dernière catégorie que correspondent les chiffres du tableau I (en milliers de tonnes):

Tableau I

ANNÉES	FERS	ACIERS	TOTAL DES PRODUITS OUVRÉS
1879	775	328	1.103
1880	865	383	1.248
1881	895	414	1.309
1882	928	447	1.375
1883	828	510	1.338
1884	740	493	1.233
1885	652	544	1.196
1886	625	412	1.037
1887	600	482	1.082
1888	616	530	1.146
1889	657	518	1.175
1890	664	572	1.236
1891	659	629	1.288
1892	662	674	1.336
1893	653	657	1.310
1894	603	661	1.264
1895	462	707	1.169
1896	560	874	1.434

En ce qui concerne les aciers, la statistique

¹ Pour le fer, cette fabrication correspond au tiers de la production totale.

donne, sur les produits des diverses sortes de fabrication, des renseignements instructifs, qui se trouvent résumés dans le tableau II (en milliers de tonnes) :

Il n'y a plus aujourd'hui que 27 départements producteurs, et 8 d'entre eux seulement possèdent plus de 10 fours à puddler. Pour l'acier, l'évolution a été inverse. En 1869, 7 départements possé-

Tableau II

ANNÉES	PRODUITS FINIS, FABRIQUÉS AU MOYEN DE LINGOTS PRODUITS EN FRANCE					LINGOTS FABRIQUÉS EN FRANCE				
	Bessemer	Thomas	Total Bessemer et Thomas	Martin	Total ¹ général	Bessemer	Thomas	Total Bessemer et Thomas	Martin	Total général
1882	»	»	273	160	430	»	»	»	»	»
1883	»	»	336 + 37	162 + 5	540	»	»	»	»	»
1884	»	»	365 + 30	115 + 8	518	»	»	»	»	»
1885	»	»	404 + 7	124 + 8	543	»	»	»	»	»
1886	»	»	300 + 62	101 + 5	468	»	»	»	»	»
1887	»	»	325	144	469	»	»	»	»	»
1888	»	»	325	158	483	220	183	403	188	591
1889	»	»	317	179	496	211	183	394	232	626
1890	»	»	354	193	547	222	210	432	252	684
1891	»	»	388	216	604	250	222	472	273	745
1892	»	»	413	238	651	272	243	516	310	826
1893	»	»	410	229	639	244	249	493	297	790
1894	»	»	398	248	646	170	319	489	329	818
1895	»	»	399	292	691	162	338	500	376	876
1896	»	»	492	360	852	217	510	727	454	1181

Le tableau III résume les chiffres relatifs au nombre des appareils en marche, année par année, depuis 1869.

Tableau III

ANNÉES	FOURS A PUDDLER	FOYERS D'AFFINERIE	CONVERTIS- SEURS	FOURS MARTIN
1869	1.111	347	18	»
1870	1.073	331	18	»
1871	902	295	27	»
1872	1.037	305	30	»
1873	1.048	305	24	18
1874	1.014	302	25	16
1875	1.027	302	24	45
1876	990	284	24	51
1877	993	266	21	51
1878	901	226	24	44
1879	876	215	23	50
1880	923	198	19	56
1881	960	157	21	62
1882	997	146	29	62
1883	971	136	35	55
1884	819	127	38	49
1885	753	96	34	46
1886	688	77	30	45
1887	637	56	28	49
1888	646	51	28	59
1889	646	41	27	64
1890	628	45	25	66
1891	619	41	22	73
1892	629	37	23	81
1893	622	40	23	74
1894	590	42	30	74
1895	561	41	32	73
1896	»	»	»	»

En 1869, 54 départements produisaient du fer.

¹ Les chiffres de cette colonne diffèrent légèrement de ceux du tableau I. La différence correspond aux aciers au creuset et aux aciers puddlés, qui ne figurent pas sur ce tableau.

daient des cornues Bessemer, et 3 des fours Martin. Aujourd'hui, il existe des cornues dans 9 départements, et des fours Martin dans 21.

Les tableaux V, VI, VII, dont les chiffres se rapportent exclusivement aux produits ouvrés provenant de fer et d'acier bruts fabriqués en France, donnent des renseignements sur les variations d'importance de ces fabrications respectives.

Enfin, voici, pour l'année 1896, comment se répartit, entre les divers procédés de fabrication, la production totale des lingots (tableau IV).

Tableau IV

RÉGIONS	BESSEMER	THOMAS	MARTIN Acide	MARTIN Basique
Meurthe-et-Mos.	0	465	0	15
Nord	130	52	75	27
Centre	»	52	40	20
Côtes de l'Océan	60	»	42	»
Vallée du Rhône	28	»	14	»
Haut-Marne	»	»	»	15
Sud-Ouest	»	»	10	»
Pyrénées	»	»	2	»
Divers	»	»	64	»
Total	218	509	313	77

Les vingt dernières années écoulées, auxquelles se rapportent les chiffres précédents, ont été marquées par diverses fluctuations qu'il est important de mettre en évidence, si l'on veut interpréter exactement les faits.

Les années 1879 et 1886-1887 ont correspondu à

des crises profondes et générales, dont les effets se sont fait sentir dans tous les pays. Entre ces deux dates, sous l'effet de la reprise générale des affaires, favorisée d'une manière particulière en France par le grand programme de M. de Freycinet, la pro-

360.000 tonnes de fer, 874.000 tonnes d'acier. Continue à partir de 1882, cette diminution a été enrayée de 1889 à 1893; depuis trois exercices, elle s'accroît d'une manière marquée.

Et ce phénomène s'observe dans tous les dis-

Tableau V. — Fers (en milliers de tonnes).

ANNÉES	NORD	CENTRE	HAUTE-MARNE	MEURTHE-ET-MOSELLE	PYRÉNÉES	RHÔNE	SUD-OUEST	CÔTES DE L'OcéAN	DIVERS	TOTAL
1869	218	219	65	141	8	53	57	8	143	903
1882	422	178	88	49	17	43	20	12	134	928
1886	333	111	68	38	4	12	13	8	64	625
1892	391	140	86	49	5	10	6	6	42	662
1895	258	91	43	50	8	7	6	1	49	462
1897	325	86	67	60	14	7	4	3	57	560

duction avait passé par un maximum jusqu'alors inconnu. Depuis 1887, elle a repris une marche croissante; et après une courte période de malaise,

triets. Les deux principaux fournisseurs de 1882, le Nord et le Centre, ont baissé : le premier de 25, le second de 50 %; la Haute-Marne a égale-

Tableau VI. — Aciers (en milliers de tonnes).

ANNÉES	MEURTHE-ET-MOSELLE	NORD	CENTRE	CÔTES DE L'OcéAN	RHÔNE	HAUTE-MARNE	SUD-OUEST	PYRÉNÉES	DIVERS	TOTAL
1869	4	0	72	0	21	0	0	2	11	110
1882	2	63	222	0	123	0	26	6	13	447
1886	98	137	102	50	44	0	0	2	18	674
1892	170	192	135	76	46	5	0	2	52	543
1895	219	176	147	69	39	15	4	7	56	707
1896	372	230	195	82	82	14	11	1	64	874

en 1894-1895, l'industrie métallurgique est aujourd'hui en pleine prospérité.

ment diminué; seule, la Meurthe-et-Moselle a légèrement augmenté, passant de 50 à 60.000 tonnes. L'acier a gagné, et au delà, le terrain perdu par

A côté de ces grands faits, qui se dégagent, au

Tableau VII. — Fers et Aciers (en milliers de tonnes).

ANNÉES	MEURTHE-ET-MOSELLE	HAUTE-MARNE	NORD	CENTRE	CÔTES DE L'OcéAN	PYRÉNÉES	RHÔNE	SUD-OUEST	DIVERS	TOTAL
1869	145	65	218	282	8	10	74	57	134	1.013
1882	51	88	485	400	12	23	166	46	147	1.374
1886	136	68	470	213	58	6	56	13	82	1.037
1892	219	61	583	275	82	7	56	6	94	1.336
1895	269	58	434	238	70	15	46	4	105	1.169
1896	432	81	551	281	85	15	43	15	121	1.434

premier coup d'œil, des tableaux qui précèdent, les chiffres de la statistique font ressortir les modifications intervenues dans l'importance relative des diverses fabrications.

Tout d'abord, la décroissance de la production du fer. En 1882, pour une production totale à peine inférieure à celle de 1896, le fer était représenté par 928.000 tonnes, l'acier par 447. En 1896, il y a

son rival. La fabrication sur sole a suivi, depuis 1882, une marche régulièrement progressante, passant de 160.000 tonnes à 360.000 tonnes en 1896. Pour l'acier Bessemer, les variations ont subi des soubresauts plus marqués, qu'il importe de mettre en lumière.

La période de grande prospérité de 1873 avait été suivie d'une dépression qui atteignit son

minimum en 1879. A la reprise des affaires, la production se trouva assurée par la création d'une double série d'usines. Les aciéries du Centre de la France se trouvaient condamnées. En dehors des produits spéciaux, elles ne pouvaient rien faire, leurs prix de revient étant prohibitifs, à cause des hauts prix des matières premières, et des longs transports dont elles étaient grevées. Force était donc aux maîtres de forges de transporter leur industrie.

Les uns se proposèrent pour but d'employer des minerais importés, riches et purs, et de faire de l'acier Bessemer sur revêtement acide; ils s'établirent au voisinage de la mer, ou dans le bassin houiller du Nord, de façon à pouvoir employer des charbons et des coques à bas prix; d'autres se fixèrent en Meurthe-et-Moselle, sur le gisement même dont l'invention de Thomas et Gilchrist venait de rendre l'utilisation possible. Ce furent ces derniers qui furent les mieux inspirés.

Rapportons-nous aux chiffres des tableaux précédents : depuis 1888, la production de l'acier Bessemer est demeurée stationnaire, tandis que celle du métal Thomas a passé de 183.000 à 510.000 tonnes. Et si on compare le développement respectif des diverses régions, on voit que, sur les côtes, la production croît lentement, et comme avec effort; que depuis 1892, dans le Centre, elle se maintient à peine. Dans le Nord, elle augmente, grâce à l'appoint des usines qui traitent sur revêtement basique des fontes de Meurthe-et-Moselle; enfin, dans ce dernier département, le développement est prodigieux; et particulièrement dans les trois derniers exercices, qui correspondent à un recul si marqué du fer, la fabrication a pris un essor des plus encourageants.

Ainsi, c'est à la mise en valeur des gisements lorrains qu'est dû le développement de la métallurgie française. Timide à partir de 1878 ou 1879, plus accentuée après l'épreuve de la crise de 1886-1887, et véritablement intensive depuis trois ans à peine, l'exploitation de cette richesse s'annonce comme devant porter notre production à un chiffre jusqu'alors inespéré. Ce résultat n'a rien qui doive étonner un observateur curieux des résultats obtenus chez nos voisins : c'est à la mise en valeur du gisement lorrain que la métallurgie allemande doit, depuis la guerre, son étonnante prospérité.

Tels sont, en quelques mots, les enseignements de la statistique. L'étude des prix de revient justifiera ces résultats et fortifiera les conclusions qu'on en peut tirer pour l'avenir.

III. — PRIX DE REVIENT.

La question des prix de revient est des plus délicates et des plus complexes, et, à moins de se dé-

partir de la réserve qu'impose une pareille étude, elle ne peut être traitée que d'une façon très générale.

1. *Fer puddlé*. — On a vu, dans la première partie de cette étude, dans quelles limites varient les frais de fabrication, suivant la nature du produit qu'on veut obtenir. Dans les deux cas les plus usités, le puddlage sec, avec fontes froides, et le puddlage demi-chaud, avec fontes blanches manganésées, on peut évaluer comme suit les principaux éléments du prix de revient :

POUR UNE TONNE DE FER BRUT	PUDDLAGE demi-chaud	PUDDLAGE sec
Houille de puddlage .	700 à 800 k	600 à 700 k
Main-d'œuvre	7 à 8 fr.	5.50 à 6 fr.
Cinglage et laminage.	4 à 5 fr.	4 à 5 fr.
Entretien, fournitures.	2 fr.	2 fr.

Ces prix supposent des salaires de dix à douze francs pour les chefs puddleurs, de six à huit francs pour les aides, de quatre à cinq francs pour les autres catégories d'ouvriers. Il faut y ajouter le déchet de fonte, qui, pour les fers communs, ne dépasse guère 60 kilos, et qui atteint 100 kilos pour les catégories un peu plus fines, et en retrancher le prix de 300 kilos de scories, généralement payés 4 fr. 80. Suivant les salaires, les prix de la fonte et ceux du charbon, on obtiendra donc, pour la barre de fer brut, des prix de revient très différents.

En Meurthe-et-Moselle, où, suivant les usines, les fontes d'affinage reviennent entre 30 et 35 francs, et le charbon, jusqu'à la récente hausse, de 14 à 16 francs, la barre de fer brut peut revenir, frais généraux non compris, entre 33 et 60 francs. Dans le Nord, l'accroissement du prix de la fonte (42 francs environ) est loin d'être compensé par le meilleur marché des houilles (12 fr. 50); et la barre de fer brut atteint, sans les frais généraux, 63 à 70 francs environ. Mais la différence de prix entre le Nord et la Meurthe-et-Moselle est à peu près égale aux frais de transport entre ces deux régions; ce qui explique que le puddlage se développe peu dans l'Est et se maintienne d'une manière aussi marquée dans le Nord, où, d'ailleurs, on a le charbon à bon compte pour les élaborations ultérieures, qui consomment tant de charbon au réchauffage et de vapeur à la forge ou au laminoir.

2. *Acier Martin*. — La fusion sur sole est une opération dont le prix de revient dépend, comme le puddlage, dans une très large mesure, de la nature même de la fabrication. On a vu, dans la première partie de cette étude, que suivant qu'on travaille aux riblons ou au minerai, la consommation de charbon peut varier de 500 à 600 et

même 800 kilos (au minerai, acide ou basique) ou de 300 à 500 kilos (aux riblons). Ces consommations dépendent de la durée de l'opération, qui entraîne également, au point de vue des frais d'entretien et de main-d'œuvre, des différences considérables entre les diverses qualités de métal. On peut, en supposant la houille à gaz à 16 francs, établir comme suit les principaux articles du prix de revient :

	MAXIMUM procédé au minerai basique	MINIMUM procédé aux riblons acide
Houille.	12 fr.	5 fr.
Main-d'œuvre.	8 "	6 "
Entretien du four.	8 "	5 "
Divers.	2 "	2 "
Total.	30 fr.	18 fr.

A ces frais, il faut ajouter encore le prix des additions finales et le déchet qui, il est vrai, est faible, et varie de 4 à 7 % dans l'opération acide, aux riblons ou au minerai, pour atteindre 8 et 9 % dans l'opération basique au minerai.

On voit de quelle importance est, pour cette fabrication, le prix de la houille. Mais il est un autre élément non moins capital : c'est la composition même de la charge, la quantité relative de la fonte et des riblons, qui, d'une région à l'autre, suivant les cours, varie dans des proportions considérables.

Ces diverses raisons expliquent pourquoi la fabrication de l'acier sur sole se généralise d'une manière aussi marquée, et cela, dans diverses régions ; non seulement dans le Centre, où elle est nécessitée par les produits spéciaux que livre cette région, mais encore dans le Nord et sur les côtes, partout, en un mot, où le charbon et le riblon peuvent être obtenus à bas prix, et à l'exclusion, pour le même motif, de la Meurthe-et-Moselle, où il n'a été produit, en 1896, que 15.000 tonnes d'acier Martin, sur sole basique.

3. *Acier au creuset.* — Les frais de cette fabrication sont considérables, et peuvent s'évaluer ainsi, par tonne de lingot fondu :

Houille, 1200 k, soit à 12 fr.	14 fr.
5 à 6 creusets à 2 fr. 50	15 "
Main-d'œuvre, 5 journées, soit à 4 fr.	20 "
Entretien et divers.	20 "
Total.	70 fr.

4. *Acier Bessemer et Thomas.* — Avec l'acier Bessemer, nous arrivons à des fabrications dont le prix ne dépend guère que du prix de la fonte livrée à la dénaturation. Les usines modernes ne consomment pas de combustible à l'aciérie : la fonte est traitée en première fusion ; le gaz des hauts fourneaux suffit largement à alimenter les chau-

dières des machines soufflantes, et même des laminoirs. Toute la dépense de combustible se réduit au coke qui sert à sécher les cornues. Quant à la main-d'œuvre, elle est minime : une demi-journée, deux tiers au plus, par tonne de lingot.

Dans ces conditions, voici comment s'établissent les frais de fabrication d'une tonne de lingot d'acier Bessemer acide :

Matières réfractaires.	1 50
Entretien de l'appareil et de l'outillage.	3 "
Lingotières.	2 50
Salaires.	3 50
Coke.	0 50
Frais généraux et amortissement.	2 "
Total.	13 "

Ces frais sont élevés, et pourraient être réduits par une fabrication plus intensive ; mais il n'en existe pas d'exemple en France.

A ces frais s'ajoutent : le déchet de fonte, soit 150 kilos, et les additions recarburantes qui, suivant la douceur du métal, reviennent de 2 à 12 francs.

En ce qui concerne le métal basique, les frais ressortent comme suit, dans les usines bien outillées :

Coke, 40-45 kilos, à 19 fr. 55	0 88
Dolomie, 55-60 kilos, à 6 fr.	0 36
Chaux, 180-190 kilos, à 11 fr.	2 09
Goudron, 5-6 kilos à 70 fr.	0 42
Matières réfractaires.	0 85
Lingotières.	0 95
Divers, entretien.	1 85
Salaires.	2 25
Frais généraux et amortissement.	1 50
Total.	11 15

A ces frais, il faut ajouter le déchet de fonte, soit 100 kilos en opération acide, 150 kilos en basique, et le prix des additions ; mais il convient d'en retrancher la valeur des scories, soit environ 3 fr.

On voit que les dépenses de matières réfractaires, de lingotières, de salaires, d'entretien, etc., sont moindres dans les grandes usines Thomas que dans les aciéries Bessemer. Ceci résulte exclusivement de la puissance de l'outillage ; on arriverait facilement à gagner 3 à 4 francs sur les frais de fabrication indiqués plus haut pour le métal acide.

En France, la fonte Bessemer, produite au moyen de minerais importés, ne revient guère à moins de 60 francs. Le prix de revient du lingot, sans compter les additions manganésées, est donc voisin de 80 francs. Le lingot Thomas, au contraire, avec des fontes qui, dans l'Est, reviennent de 40 à 45 fr., ressort, additions non comprises, au-dessous de 60 francs. On voit quels bas prix on atteint dans la fabrication de ce métal ; et ceci justifie l'essor qu'a pris, depuis quelques années, la métallurgie en Meurthe-et-Moselle.

En France, également, la fabrication s'est concentrée dans quelques grandes usines, et ce mouvement se manifeste bien nettement depuis quelques années. Mais il n'a été ni assez hardi, ni assez rapide. La carte (fig. 1) indique la répartition, par région, de la production française en 1896. Nous ne pouvons fournir ici, sur les productions respectives des usines, des renseignements qu'elles évitent en général de faire connaître au public; mais ce qu'on peut dire, c'est qu'aucune ne peut être comparée aux grandes usines allemandes qui viennent d'être citées. Jusqu'à ces derniers temps, des productions de 60.000 tonnes semblaient normales, et

nouvelles permet de prévoir à brève échéance un accroissement jusqu'ici inconnu de la production, le problème de l'exportation se pose d'une manière impérieuse; de sa solution dépend l'avenir de cette industrie.

Il semble que cet avenir puisse être envisagé avec confiance. Nos voisins ont dû leurs rapides progrès à la supériorité de leur outillage, à la hardiesse de leurs entreprises et à l'excellence de leur organisation commerciale beaucoup plus qu'à une supériorité économique naturelle. Le gisement de minerais est le même; la main-d'œuvre a haussé chez eux, et est à peu près au niveau de la nôtre;



Fig. 2. — Vue générale des

même considérables; en France, 100.000 tonnes étaient un record. Une seule usine, à notre connaissance, est aujourd'hui outillée pour produire 150 à 180.000 tonnes. Plusieurs autres s'outillent pour atteindre et même dépasser cette production; mais c'est encore l'avenir.

Il est vrai que de pareils chiffres de production ne seraient justifiés que si notre pays exportait. Actuellement, protégée par un droit de 15 francs par tonne, notre métallurgie n'importe pour ainsi dire pas. Le seul demi-produit qu'elle se procure à l'étranger est le riblon, dont elle importe un assez gros tonnage. Par contre, elle n'exporte presque rien, et se borne à suffire à la consommation intérieure.

Cependant, au moment où la création d'aciéries

les cokes et les houilles sont tenus à des prix élevés par des syndicats qui, assurés du marché intérieur, font, pour l'exportation, des sacrifices considérables. La seule vraie supériorité des Allemands est le bas fret, par le Rhin notamment, des usines aux ports d'embarquement pour l'exportation; encore cet avantage ne se chiffre-t-il pas par une différence supérieure à 3 ou 4 francs. Si donc, partis d'un chiffre de production inférieur au nôtre en 1871, ils font aujourd'hui 4 millions de tonnes d'acier par an, alors que nous en faisons péniblement 800 à 900.000 tonnes, cela tient à la supériorité de leur outillage et de leur gestion industrielle. Ces avantages, à l'encontre des avantages naturels, peuvent être regagnés par du travail et de la persévérance.

V. — QUESTIONS OUVRIÈRES. SALAIRES.

§ 1. — Effectifs.

La *Statistique de l'Industrie minérale* donne, pour l'année 1896, les renseignements suivants, relativement au personnel ouvrier employé par l'industrie métallurgique, en France.

1 ^o Fabrication de la fonte brute ou moulée en 1 ^{re} fusion	9.619 ouvriers
2 ^o Production de la fonte moulée en 2 ^e fusion	28.645 —
3 ^o Production du fer	26.129 —
4 ^o Production de l'acier	28.833 —
Total	93.226 ouvriers

Quelles sont les conditions du travail de cet important personnel? quels sont leurs salaires, et la charge qui en résulte pour le prix de revient? Une enquête, faite en 1892, par l'Office du Travail, et dont les résultats ont paru en 1895, permet de répondre à diverses questions avec une assez grande exactitude, les conditions du travail ayant peu varié dans cette industrie depuis cinq ans.

§ 2. — Conditions du travail.

L'industrie métallurgique n'occupe presque point de femmes; elle occupe peu d'enfants. Les ouvriers se divisent en catégories bien distinctes : les uns,



Etablissements du Creusot.

C'est donc un effectif de près de 100.000 ouvriers qu'occupe, dans notre pays, la métallurgie du fer et de l'acier. Si l'on déduit de ce total les ouvriers occupés aux hauts fourneaux ou aux travaux de fonderie en seconde fusion, on voit que les fabrications que nous avons étudiées dans la *Revue* occupent ensemble environ 50.000 ouvriers.

On jugera, par les chiffres suivants, (tableau VIII, page 296), relatifs aux principaux départements producteurs, de la répartition de ce personnel, corrélatrice de la répartition que nous avons indiquée plus haut de la puissance de production.

Les 18 départements que nous venons d'énumérer occupaient ensemble, en 1896, 73.200 ouvriers métallurgistes, soit à peu près les trois quarts de l'effectif total des usines françaises.

puddleurs, fondeurs, lamineurs, forgerons, sont de véritables ouvriers d'état, dont la profession exige de l'intelligence, de l'habileté et un patient apprentissage, en même temps qu'une grande force musculaire. Ils forment dans le personnel des usines une minorité, encadrant des manœuvres.

Le travail est conduit à deux postes; la durée du travail est donc en moyenne de onze heures, s'abaissant parfois à dix heures. Le repos dominical est généralement observé, sauf pour les hauts fourneaux, dont la marche doit être continue.

Les lamineurs et les puddleurs sont généralement payés aux pièces, et travaillent par équipes; les autres ouvriers sont pour la plupart payés à la journée, souvent avec des primes, calculées sur la rapidité et la qualité du travail.

Voici, d'après la publication de l'Office du Travail, le salaire moyen, en 1892, des diverses catégories d'ouvriers métallurgistes. Ces salaires se rapportent à dix heures de travail.

Fondeurs	4 fr.
Mouleurs	1,25
Ebarbeurs	3,35
Modéleurs	1,20
Forgerons	5,05
Frappeurs	3,20
Chauffeurs	4,90
Manœuvres	3,90

Les forgerons au marteau-pilon composent la catégorie dans laquelle les salaires par heure de

En moyenne, le salaire annuel des ouvriers métallurgistes, par suite du grand nombre des manœuvres, ne dépasse pas 1.200 francs, correspondant à 4 fr. 10 par jour. On peut donc évaluer à 111 ou 112 millions de francs le total des salaires payés, en 1896, par la métallurgie française. Si l'on rapporte ces salaires aux chiffres de production, on voit que la main d'œuvre grève le prix de revient de la tonne de fonte de 5 francs environ; et les frais de fabrication de la tonne de moulage en deuxième fusion, de fer et d'acier laminé ou forgé, respectivement de 62 francs, 53 francs et 38 francs. Il convient de remarquer ici que le nombre d'ouvriers figu-

Tableau VIII

EFFECTIFS Par départements	FABRICATION de la fonte ou des moulages en 1 ^{re} fusion	PRODUCTION de la fonte moulée en 2 ^e fusion	PRODUCTION du fer	PRODUCTION de l'acier	TOTAL
Nord	1.584	2.775	7.500	3.225	17.141
Pas-de-Calais	410	470	»	1.107	
Alger	433	259	831	2.566	20.039
Loire	120	443	2.027	7.116	
Saône-et-Loire	560	420	2.463	2.891	4.789
Haut-Maine	374	1.757	1.920	738	
Meurthe-et-Moselle	4.470	892	1.810	2.724	9.896
Meuse, Aisne, Ardennes	»	9.744	2.435	1.931	
Ariège et Pyrénées-Orientales	78	45	642	120	885
Ardèche	95	88	»	»	
Gard	232	148	335	593	1.491
Aveyron et Lot-et-Garonne	166	180	588	100	
Landes	390	150	347	650	1.034
Loire-Inférieure	230	333	490	1.238	

travail atteignent les chiffres les plus élevés, jusqu'à 4 fr. 50 l'heure. La moyenne dépasse 0 fr. 50. Au-dessous de 0 fr. 40, en moyenne, on trouve les ébarbeurs, les frappeurs et manœuvres divers, dont le salaire moyen reste cependant supérieur à 0 fr. 30.

Dans les grandes usines, les contremaitres sont fréquemment payés de 10 à 15 francs par jour; les lamineurs, suivant l'importance de leurs fonctions, sont payés de 3 à 10 francs; et les puddleurs, de 6 à 12 francs.

rant sur la statistique correspond à l'ensemble des opérations de la métallurgie, et comprend, outre la fabrication du fer et de l'acier bruts, la transformation ultérieure des lingots en produits marchands, dont nous n'avons pas eu à nous occuper dans cet article.

E. de Billy,
Ingénieur des Mines.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Œuvres de Laguerre, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par MM. Ch. HERMITE, H. POINCARÉ et E. ROUCHÉ, membres de l'Institut. — Tome 1^{er}. Algèbre. Calcul Intégral. — 1 vol. in-8° de 472 pages. (Prix : 15 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

Laguerre fut l'un des géomètres les plus éminents de la seconde partie du XIX^e siècle. Il fut aussi l'un des plus modestes. A l'encontre de beaucoup d'auteurs, il ne rechercha jamais la publicité hâtive, et, pendant de longues années, il travailla pour ainsi dire pour lui-même, accumulant les recherches pendant les loisirs que lui laissait l'accomplissement de ses devoirs d'officier d'artillerie.

Comme le dit M. Poincaré dans la remarquable préface du livre dont nous avons à parler : « Difficile à satisfaire, il ne voulait rien livrer que de parfait. »

Malgré cela, dans sa trop courte carrière (1834-1886), Laguerre a marqué sa place, et il l'a marquée en maître, dans presque toutes les branches de la science mathématique. Ses mémoires, dont la publication s'échelonne surtout de 1867 à sa mort, s'imposent par leur valeur, non par leur étendue ni par leur nombre. Ils ont été insérés pour la plupart dans des recueils périodiques où il n'est pas toujours facile de les retrouver; aussi, l'Académie des Sciences a-t-elle eu l'inspiration la plus heureuse en décidant la publication des œuvres complètes de son éminent et regretté confrère, qui ne siégea sur les bancs de l'Institut que trois années à peine.

Les œuvres de Laguerre comprendront deux volumes. Le premier, comme on l'a vu ci-dessus, contient ses travaux sur l'Algèbre et le Calcul intégral.

La série des mémoires relatifs à la théorie des équations est spécialement digne d'intérêt. Bien que présentés séparément, ils forment un tout, s'enchaînent, et, lorsqu'on a commencé à parcourir le premier, on se laisse aller à l'étude des autres; ce sont autant de chapitres d'un livre, et d'un beau livre. Tout le monde sait, du reste, que plusieurs des résultats de Laguerre sont devenus classiques et font aujourd'hui partie intégrante de l'enseignement.

Parmi les autres mémoires d'Algèbre, et dans l'impossibilité où nous sommes de tout citer, il faut retenir ceux qui sont relatifs aux développements de certaines fonctions en séries ou en fractions continues, et quelques belles tentatives arithmétiques.

Les travaux relatifs au Calcul intégral s'appliquent surtout à l'intégration des équations différentielles du second ordre et aux fonctions elliptiques. On doit signaler aussi un mémoire sur la méthode de Monge pour l'intégration des équations linéaires aux différences partielles du second ordre, quelques notes sur des intégrales définies, sur certains points de la théorie générale des fonctions, et sur l'attraction des ellipsoïdes.

C'est avec une véritable impatience que les mathématiciens attendront l'apparition du second volume, qui contiendra les travaux géométriques de Laguerre; car sa belle et vaste intelligence ne fut pas exclusive, et ne passa pas l'esprit de spécialisation jusqu'à un certain point, trop fréquent, et qui nous semble un signe d'infériorité. Analyste et géomètre à la fois, ce fut un grand esprit, précisément parce qu'il ne négligea aucun des moyens d'accès vers la vérité.

Nous croyons que les jeunes mathématiciens auront grand profit à lire, ou plutôt à relire, l'œuvre de La-

guerre sous la forme où elle est aujourd'hui présentée dans son ensemble, et que la gloire scientifique de l'auteur en sera légitimement accrue. Pour nous qui l'avons connu personnellement, nous avons encore, à cette lecture, senti augmenter les regrets que nous causa sa mort prématurée, car il fut, en même temps, une conscience élevée et une intelligence de premier ordre.

C.-A. LAISANT,
Docteur en sciences.

Revue semestrielle des Publications mathématiques, rédigée sous les auspices de la Société Mathématique d'Amsterdam. (Prix de l'abonnement pour un an, deux livraisons : 8 fr. 50.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris.

On sait que l'œuvre du *Répertoire bibliographique des Sciences Mathématiques* a pour but de faire connaître l'inventaire général des travaux mathématiques rédigés en toutes langues de 1800 à 1889, et classés d'après un index dont les divisions ont été arrêtées par un Congrès international tenu à Paris en 1889¹. Cette œuvre est en voie de réalisation; le *Répertoire* est publié sous forme de fiches dont un assez grand nombre ont déjà paru. Il a paru intéressant à la *Société Mathématique d'Amsterdam* d'en assurer en quelque sorte le prolongement en dressant, semestre par semestre, au moyen de la même classification, l'inventaire de la production mathématique du monde entier. L'entreprise pouvait, au premier abord, sembler quelque peu hardie, mais grâce au dévouement éclairé des professeurs Schoute, Korteweg, Kluyver, Kapteyn, Zeehaaf, secondés par une pléiade de laborieux collaborateurs, elle a pu être menée à bien.

La *Revue*, comme son nom l'indique, paraît deux fois par an : en janvier, où elle rend compte du semestre avril-octobre écoulé; en juillet, où elle fait de même pour le semestre octobre-avril. La onzième livraison (avril-octobre 1897) vient de paraître.

Chaque livraison comprend quatre sections distinctes :

1° Une analyse des périodiques du monde entier dans laquelle chaque titre est précédé des références à la classification du *Répertoire* et suivi d'une analyse aussi sommaire que possible. Les périodiques dépouillés sont au nombre de 203, dont 30 pour la France. Les analyses, qui sont faites en allemand et en anglais pour les recueils publiés dans ces deux langues, sont rédigées en français pour tous les autres;

2° Une table des journaux renvoyant à l'analyse précédente;

3° Une table des matières dressée d'après la classification du *Répertoire*. Un simple coup d'œil jeté sur cette table permet de savoir quel a été, sur un sujet donné, l'ensemble des travaux publiés pendant le semestre écoulé dans le monde entier. Cette table n'est d'ailleurs constituée que par les renvois à la première partie insérés à la suite du titre de chacune des subdivisions de la classification;

4° Une liste des auteurs.

Il faut remarquer que, bien que ne visant directement que les seuls recueils périodiques, la *Revue* se trouve en réalité embrasser à peu près tout l'ensemble de la production mathématique, attendu que dans le dépouillement de ces recueils, elle fait mention des

¹ Les années déjà parues sont mises en vente au prix de l'abonnement.

² Voir à ce sujet l'article paru dans la *Revue générale des Sciences*, t. II, p. 170.

articles bibliographiques au même titre que des articles originaux.

Des tables quinquennales, dont la première a déjà paru, facilitent encore grandement les recherches dans les volumes antérieurs de la *Revue*.

Cette utile publication nous semble, dans l'ordre des sciences mathématiques, unique en son genre. Il existe bien, par le fait, d'autres recueils résumant la substance des divers périodiques sous une forme même plus développée et avec accompagnement de remarques critiques qui sont ici systématiquement exclues, mais nul n'embrasse un si grand nombre de journaux et surtout — c'est là le point essentiel — n'en fournit le résumé à si bref délai. Pour renseigner rapidement et complètement le lecteur sur les derniers développements de la science, pour le mettre à même de connaître sur un sujet particulier l'ensemble des travaux récemment parus, nulle publication ne saurait rivaliser avec la *Revue semestrielle*. Il faut en faire honneur aux savants hollandais qui ont assumé la charge de sa rédaction.

M. D'OCAGNE,

Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

2° Sciences physiques

Campredon (Louis), *Directeur du Laboratoire métallurgique et industriel de Saint-Nazaire. — Guide pratique du Chimiste-Métallurgiste et de l'Essayer. Avec une Préface de M. P. MAHLER. — 1 vol. gr. in-8° de 880 pages avec 147 figures. Prix, relié : 30 fr. Baudry et Co, éditeurs. Paris, 1898.*

La Préface du livre est intéressante à lire. Elle est due à la plume de M. P. Mahler, ingénieur civil des Mines, dont le nom a pris place parmi ceux de nos jeunes savants depuis ses travaux devenus classiques sur « la détermination expérimentale du pouvoir calorifique des combustibles solides et gazeux », au moyen de son calorimètre appelé Bombe-Mahler.

L'auteur, M. Louis Campredon, chimiste-métallurgiste, a été l'élève de Frémy. Ce n'est point un inconnu pour les spécialistes du Fer et de l'Acier. Son nom a pris rang parmi ceux des écrivains ayant traité de la technique sidérurgique, depuis l'année 1890, où il a paru son livre *De l'Acier*, son œuvre de début que l'illustre savant, M. Frémy, a honoré d'une préface magistrale qui prouve l'estime du grand chimiste pour son élève.

Depuis, M. Campredon a publié d'abord une *Revue de la Métallurgie du Fer* à l'Exposition de 1889, en collaboration avec M. Hallopeau, qui fut répétiteur à l'Ecole Centrale de cette branche de la Métallurgie générale, puis un opuscule sur les moulages d'acier. Enfin, M. Campredon a éparpillé dans différentes revues techniques des travaux de chimie appliquée qui sont l'œuvre d'un praticien habile doublé d'un observateur subtil, dont l'esprit critique est toujours guidé par une méthode scientifique sûre.

L'ouvrage nouveau de M. Campredon que nous présentons aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences* s'adresse aux spécialistes de la Chimie minérale appliquée aux métaux usuels, à leurs minerais et à leur gangue. Il réunit les travaux personnels de M. Campredon à ceux choisis parmi les plus récents de savants spécialistes tels que : Arnold, Carnot, Frésenius, Ledebur, Muller, etc.

Les matières traitées dans ce *Guide pratique* en font une sorte de manuel du manipulateur qui a sa place indiquée dans tous les laboratoires industriels.

L'ouvrage est divisé en trois parties : la première partie, qui comprend des données générales ; la deuxième partie, où sont exposées les méthodes d'analyse des minerais, des métaux et des produits connexes ; la troisième partie, où sont réunies des données numériques d'un usage courant.

Ce que l'auteur a intitulé : « Données générales », sont des données toutes spéciales dont quelques-unes figurent peut-être pour la première fois dans un manuel de chimie pratique, bien qu'on en ait constaté et reconnu

depuis longtemps l'importance primordiale. Ainsi : le prélèvement des échantillons, et leur préparation, qui font la matière du premier chapitre ; l'analyse et les essais des combustibles, qui font celle du troisième chapitre des « Données générales », sont des sujets exposés, comme seul un chimiste possédant une longue expérience des laboratoires industriels était capable de le faire, c'est-à-dire avec une minutie de détails dont aucun n'est inutile. Les « Données générales » comprennent aussi l'analyse des gaz, celle des matériaux réfractaires et celle des eaux industrielles, trois chapitres où sont réunies des méthodes d'analyse généralement disséminées dans des livres spéciaux.

La seconde partie, qui remplit les deux tiers du livre, donne l'exposé des méthodes d'essai les plus rapides et les plus précises appliquées aux métaux usuels, aux minerais dont on les extrait, à leurs alliages ou aux composés définis qu'ils forment avec quelques métalloïdes. Un chapitre est consacré à chaque métal pur y décrire ses caractères particuliers, distinctifs ; les principes de sa préparation ; l'essai rapide et l'analyse complète de ses minerais ainsi que des produits dérivés de son traitement métallurgique : mattes, scories, laitiers.

Ce qui se rapporte aux essais chimiques de la fonte, du fer et de l'acier, a été traité avec toute l'ampleur de détails, tous les développements que comporte un sujet aussi vaste et aussi complexe, dans un chapitre qui ne comprend pas moins de 203 pages, c'est-à-dire la moitié de celles consacrées à la deuxième partie de l'ouvrage.

En résumé, ce livre, bien intitulé : *Guide pratique du Chimiste-métallurgiste*, s'impose à l'attention des spécialistes autant par le grand nombre des documents qui s'y trouvent réunis et classés avec méthode, que par le choix judicieux qu'en a su faire l'auteur parmi les travaux les plus récents des chimistes les plus autorisés de notre époque.

ALEXANDRE POURCEL,
Ingénieur civil des Mines.

3° Sciences naturelles

Vivier (Auguste), *Directeur de la Station agronomique de Seine-et-Marne. — Analyse et essais des Matières agricoles. — 1 vol. in-18 de 468 pages avec 88 figures. Prix cartonné : 5 fr. J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1898.*

Malgré la multiplicité des traités analogues à celui que nous signalons, l'ouvrage de M. Vivier est un de ceux qui méritent particulièrement d'être recommandés par la clarté de l'exposition et l'exactitude des détails dont l'auteur prend un si grand souci.

L'ouvrage comprend six grandes parties : la première, la plus importante, traite de l'étude des méthodes générales employées pour effectuer les divers dosages : eau, cendres, carbone, hydrogène, azote ammoniacal, nitrique ou total, acide phosphorique, potasse et acide carbonique combiné.

La seconde partie est consacrée à l'analyse des engrais et amendements de toutes sortes ; un chapitre assez long y est réservé à l'emploi des engrais commerciaux.

La troisième partie traite de l'analyse des sols et des roches ; les modes opératoires recommandés par le Comité consultatif des stations agronomiques y sont surtout décrits ; enfin, l'auteur expose, avec juste raison, le dosage des éléments (notamment de l'acide phosphorique) solubles dans les acides faibles, tels que l'acide citrique, analogues à ceux sécrétés par les racines des plantes ; cette fraction d'éléments pouvant seule être considérée comme assimilable dans un court délai par les végétaux.

Les essais des eaux constituent la quatrième partie et les méthodes générales d'analyse des matières végétales et animales constituent la cinquième partie ; enfin la sixième et dernière indique les divers essais particuliers intéressants à exécuter pour se rendre compte de la valeur des produits végétaux et animaux : fourrages ;

matières premières agricoles : raisins, pommes, betteraves, pommes de terre, graines, etc.; produits et sous-produits des industries agricoles, sucrerie, féculerie, distillerie, boissons fermentées, huiles; produits animaux, lait, beurre et fromage.

Un appendice relatant différentes particularités laissées sous silence dans le cours de l'ouvrage, et des tables pour le calcul des analyses terminent le volume.

Les descriptions des appareils et des procédés sont sobres, bien faites et complétées par des gravures convenablement choisies; le point de vue pratique du traité ne le cède en rien au point de vue théorique. Ces grandes qualités suffisent pour classer le livre de M. Vivier parmi ceux que doit posséder la bibliothèque de toutes les personnes qui intéressent la Chimie agricole.

A. HÉBERT.

L'Année biologique. Comptes rendus annuels des travaux de Biologie générale publiés sous la direction de M. YVES DELAGE, professeur à la Sorbonne. — 1 vol. in-8° de 732 pages. Schleich & frères (Librairie Reinwald), éditeurs. Paris, 1897.

« Tous les Comptes rendus analytiques, les *Records*, *Jahrsberichte*, etc., s'appliquent à l'Anatomie, à la Zoologie, à l'Histologie, à l'Embryologie, et résument indistinctement tout ce qui se publie dans l'ordre des sciences auquel ils sont affectés. Il n'en est aucun qui ait pour programme de trier, dans les publications biologiques de tout ordre, tous et les seuls mémoires où il est question des phénomènes généraux de la Biologie et ceux surtout où l'on cherche à fournir l'explication, à donner la cause des faits décrits. »

Nous transcrivons textuellement ces deux ou trois phrases de la préface de l'auteur, parce qu'elles nous paraissent mieux exprimer ce que nous ne saurions le faire le but poursuivi et l'idée dominante qui a poussé M. Yves Delage à entreprendre une œuvre aussi considérable. En fondant l'*Année biologique*, M. Yves Delage ne s'est point proposé en effet de grouper des résumés de tous les travaux parus et relatifs aux sciences biologiques; il a voulu, parmi ces travaux, faire un choix précis: sont écartées les publications qui ne portent que sur des observations de faits, sans que l'auteur en tire des conséquences pour l'explication de phénomènes connexes ou qu'il cherche à donner de ces faits autre chose qu'une simple description; rentrent dans le programme, au contraire, tous les travaux qui tendent à l'explication de phénomènes biologiques connus antérieurement ou nouvellement constatés.

Ces limites fixées, on pourrait croire que l'*Année biologique* se trouve par là réduite à peu de choses. La lecture du premier volume paru et qui a trait à l'année 1895, conduit à une conclusion bien différente. Il a fallu plus de 700 pages de petit texte et de grand format pour contenir les analyses des nombreux mémoires considérés comme répondant au programme de la publication. Afin de mettre un ordre nécessaire dans cette accumulation de matériaux, le livre a été divisé en vingt grands chapitres. Je ne puis les énumérer tous ici, mais il me suffira de faire connaître le titre de quelques-uns pour donner une idée de l'importance des questions traitées: c'est d'abord, chapitre I, *la Cellule* (Constitution, Physiologie, Division cellulaire); puis les *Produits sexuels* et la *fécondation*; la *régénération*, l'*hérédité*, la *variation*, l'*origine des espèces*, les *fonctions mentales*, les *Théories générales*, etc. Mais ce qui est vraiment nouveau et ce qui donne à la publication un intérêt de premier ordre, c'est la façon dont est comprise la composition de chacun de ces chapitres. L'un chapitre, en effet, n'est pas seulement composé du groupement de toutes les analyses des mémoires qui se rattachent à son sujet; il comprend, en outre, un exposé original résumant succinctement, mais avec le développement et les documents qu'apporte en outre au lecteur la série des analyses qui suivent cet exposé, les progrès les plus importants faits dans l'année au sujet

des questions traitées dans le chapitre. Il suffira donc de lire ces exposés pris dans tous les chapitres pour avoir très rapidement une bonne vue d'ensemble de l'état actuel de la Biologie. Nous ne saurions assez appeler l'attention sur ces exposés sommaires; ils sont du plus haut intérêt: il faut dire que lorsqu'ils ne sont pas de la main même du Professeur Delage, ils sont confiés à des savants d'une compétence éprouvée. C'est ce qui est fait, en particulier, lorsque l'exposé sommaire relatif aux progrès de l'année est doublé d'un véritable article de fond donnant une vue générale du développement et des progrès d'une branche de la Biologie, non pas pour l'année, mais pour une période plus longue, ou bien encore faisant l'histoire d'une importante question célèbre par ses vicissitudes. A ce dernier cas se rattache, par exemple, un article intéressant de Durand (de Gros) sur le *Polyzoïsme* et l'*Unité organologique* intégrante chez les *Vertébrés*; c'est une annexe de grande valeur au chapitre « Morphologie et Physiologie générales ». Comme articles de fond relatifs aux progrès d'une question déterminée, nous signalons, d'autre part, un important exposé de la *Conception moderne de la structure du système nerveux* (chapitre des « Fonctions mentales »), par Wanda Szczawinska; un article considérable de Charrin sur les *défenses de l'organisme en présence des virus*, sujet même que le savant professeur a choisi cette année pour le traiter dans ses leçons au Collège de France. Bourquelot nous fait connaître les progrès de la question des *Ferments solubles*, auxquels il a participé avec tant de succès. Phisalix nous donne une *Etude comparée des Toxines microbiennes et des Venins*; tout cela au chapitre « Morphologie et Physiologie générales ». Gley, au chapitre « Corrélation », a écrit un *Exposé des données expérimentales sur les corrélations fonctionnelles chez les animaux*.

Il m'est impossible d'insister plus longuement, mais on peut voir, par les quelques indications que je viens de donner, quelle valeur prend un ouvrage conçu d'une façon aussi large. Il faut ajouter que M. Delage a encore apporté à son œuvre les qualités si grandes de précision et d'ordre qui le caractérisent. La liste des périodiques dressée en tête de l'ouvrage, l'index bibliographique qui accompagne chaque chapitre, sont des documents précieux que l'auteur a voulu rendre aussi faciles à la lecture par les caractères employés, qu'utiles au chercheur par les renseignements qui y sont annexés, sous forme de chiffres romains indiquant les divers chapitres auxquels se rattache un mémoire déterminé.

L'*Année biologique* fait donc grand honneur à son auteur et est certainement appelée à rendre de grands services.

Dr H. BEAUREGARD,
Assistant au Muséum.

4° Sciences médicales

Le Goff (Dr Jean). — Sur certaines réactions chromatiques du sang dans le diabète sucré. Application thérapeutique. — 1 vol. in-8° de 118 pages. L. Maretheur. Paris, 1898.

L'ouvrage est précédé d'une notice technique très utile sur les procédés employés pour obtenir de bonnes préparations du sang et sur les réactifs les plus appropriés à la coloration différenciée des éléments figurés.

Après une revue des réactions chromatiques des globules rouges, l'auteur signale la première mention qui ait été faite des altérations de ces globules dans le diabète sucré. Elle est due à Bremer qui vit que les hématies du sang diabétique, au lieu de se colorer facilement par l'éosine comme dans le sang normal, restaient presque incolores. Les constatations de Bremer furent confirmées par MM. Lépine et Lyonnet. M. Le Goff a heureusement perfectionné la technique de Bremer (celle-ci est en effet d'une exécution dont nous avons par nous-même éprouvé la difficulté).

Des lamelles de sang étant colorées avec une solution alcoolique d'éosine bleu-méthylène, on voit, à l'état normal, les hématies prendre une teinte qui varie du

rose-mauve au brun. Dans le sang diabétique, elles sont verdâtres, vert-jaunâtres ou presque incolores. Sur tous les autres éléments du sang les réactions chromatiques sont semblables dans les deux sangs.

Au cours de ses recherches, M. Le Goff a vu que d'autres réactifs colorants se fixaient d'une façon très inégale sur le sang diabétique et sur le sang normal. L'explication de ce fait curieux ne peut actuellement être donnée. Il faut simplement admettre que ce phénomène tient à une modification de la substance du globule rouge.

Le plasma sanguin des diabétiques possède une réaction colorimétrique sur laquelle Williamson a attiré l'attention. Grâce au glucose qu'il contient, il décolore une solution faible de bleu de méthylène. Ce phénomène a été noté pour M. Le Goff d'étudier cette réaction. Il établit d'abord la composition du bleu de méthylène employé, puis il explique la réduction du bleu, qui s'opère en présence de la potasse, le glucose s'oxydant et formant un gluconate de potassium. De ce fait découle un procédé très sensible de dosage du sucre par le bleu de méthylène. Par ce réactif, bleu et potasse, on trouve dans toute urine une substance réductrice du bleu, probablement analogue aux glucoses. L'urine diabétique donne toujours vis-à-vis de lui une réaction très nette. Il en est de même du sang brut. Et ce procédé peut servir au dosage du sucre dans le sang.

Cette étude chimique a conduit M. Le Goff à penser que le bleu qui oxyde le glucose *in vitro* en solution alcaline, pouvait produire le même résultat dans l'organisme diabétique. Aussi a-t-il essayé de traiter des diabétiques par des capsules de bleu de méthylène et des prises de bicarbonate de soude. Les capsules employées contenaient 0,15 de bleu et 0,15 de poudre de noix muscade; le bicarbonate de soude était administré à la dose quotidienne de 10 grammes. Trois malades ont été ainsi traités. Chez l'un, le sucre a baissé de 38 grammes à 4 grammes par litre; chez le second, la quantité du sucre urinaire resta stationnaire; chez le troisième, la glycosurie tomba de 26 grammes à 6 grammes.

Nous ne saurions trop recommander la lecture de ce travail très sérieusement fait à ceux que préoccupe l'étude du diabète, car dans le procédé d'oxydation du sucre dans l'organisme même, il y a peut-être une solution thérapeutique considérable. D^r A. LÉTIENNE.

Mendel (Henri), ancien interne des Hôpitaux. — Physiologie et Pathologie de la Respiration nasale. (Avec une Préface de M. le Professeur GABRIEL). — 1 vol. in-8° de 164 pages avec figures. (Prix : 5 fr.) Société d'Éditions scientifiques. Paris, 1898.

L'idée dirigeante de ce travail est de réfuter la théorie de Hack, la conception de la névrose nasale, qui prétend expliquer, à l'aide d'un simple réflexe parti de la muqueuse nasale irritée, nombre d'affectos diverses, plus de vingt, d'après les défenseurs de cette pathogénie. A cette donnée fautive, l'auteur oppose une autre conception, celle de l'insuffisance nasale, qui entraîne, par diminution de l'air inspiré, l'insuffisance de l'hématose.

Dans une première partie de physiologie pure, M. Mendel démontre longuement l'importance de l'orifice narinaire dans la respiration et les modifications fâcheuses du rétrécissement de cet orifice sur la mécanique respiratoire; il donne les preuves anatomiques et physiologiques de la supériorité de la respiration nasale sur la respiration buccale, au point de vue de la quantité d'air inspiré, dans un temps donné et par un effort donné (tracés pneumographiques à l'appui). Il termine par une étude de la rhinométrie, dont il fait la théorie; le rhinomètre permet de mesurer la respiration nasale, c'est-à-dire de comparer chez un même sujet la valeur de l'orifice nasal à la valeur de l'orifice buccal.

➤ Nous relèverons, dans cette première partie, certaines considérations sur les deux variétés de respiration.

Pour la respiration ordinaire, qui s'effectue au moyen d'efforts minimes, l'orifice nasal est parfaite-

ment suffisant à l'état normal; à l'état pathologique, quand il a perdu sa valeur, la bouche s'ouvre et reste ouverte en permanence. Or cette attitude s'établit par besoin et par éducation, car l'usage de la bouche comme orifice respiratoire est inconnu au nouveau-né. Entre le nouveau-né, qui ignore l'usage possible de la bouche, dans la respiration, et l'adulte, qui en fait un usage constant, même la nuit, on remarque combien les enfants de deux à trois ans sont gênés par une obstruction nasale, surtout la nuit. Dans la respiration courante, l'orifice buccal est manifestement plus étroit que l'orifice bi-narinaire; dans la respiration profonde, l'orifice buccal est vaste, mais la force thoracique dépensée doit être fort grande pour que le sujet puisse bénéficier de cette largeur d'orifice. Aussi existe-t-il, en cas d'obstruction nasale, une véritable compensation à l'insuffisance respiratoire buccale, caractérisée par l'augmentation du nombre des mouvements respiratoires et l'intervention d'efforts inspiratoires.

L'insuffisance nasale peut avoir pour cause trois variétés de maladies nasales :

1° Les malformations congénitales (sténose congénitale des fosses nasales et du rhino-pharynx, scoliose, cyphose) ou acquises (à la suite des traumatismes, brûlures, syphilis, lupus) du squelette;

2° Les phlegmasies aiguës (rhinite aiguë, abcès et hématome de la cloison) ou chroniques (rhinites atrophique, hypertrophique et purulente, empyème) de la pituitaire ou des sinus;

3° Les néoplasmes (polypes muqueux, fibro-muqueux, papillomes, angiomes et adénomes).

L'auteur divise en deux groupes les accidents dus à l'insuffisance nasale :

1° Troubles dérivant directement de l'obstruction nasale : a) Insuffisance de l'hématose; b) troubles dus à l'insuffisance de la fonction pharyngienne; c) troubles dus à l'insuffisance du volume d'air inspiré; d) troubles dus à l'inspiration d'un air froid, sec et impur par la bouche; e) troubles dus à l'inutilisation du conduit nasal;

2° Troubles dérivant indirectement de l'obstruction nasale : a) Attitudes vicieuses; b) troubles circulatoires et digestifs; c) troubles oculaires; d) asymétrie du squelette.

L'attitude du sujet seule suffit souvent pour soupçonner l'insuffisance nasale : déformation de la face, bouche entr'ouverte, respiration courte.

Il faut recourir à l'examen rhinoscopique pour préciser son diagnostic; encore ce dernier ne renseigne-t-il que sur l'obstruction totale ou presque totale; mais l'obstruction partielle, si peu soupçonnée par les malades, qui compensent machinalement leur insuffisance, est justiciable de l'examen par le rhinomètre, instrument construit par l'auteur lui-même; on doit rechercher la valeur rhinométrique de l'orifice nasal, c'est-à-dire le volume d'air auquel cet orifice a donné passage en un temps donné et par un effort donné.

L'insuffisance nasale chronique comporte un pronostic grave en raison des complications (asthme, surdité, suppuration de l'oreille, insuffisance de l'hématose et, chez le nouveau-né, difficulté dans l'alimentation).

Elle n'a aucune tendance spontanée à la guérison; bien plus, un sujet, en état d'insuffisance partielle du nez, est obligé de dépenser une certaine force inspiratoire pour respirer; or, une partie seulement de cette force est transformée en travail utile et la partie inutilisée est convertie en chaleur, en vertu des lois de la thermo-dynamique. Cette chaleur est produite, en grande partie, au niveau du rétrécissement et augmente la congestion de la pituitaire.

Le traitement consiste à restaurer la perméabilité normale du nez. Mais, dans certains cas, la thérapeutique opératoire ne peut rien (synchies, cicatrices, effondrement du squelette, etc.); il faut s'adresser alors à l'aérothérapie : inhalations d'oxygène et bains d'air comprimé.

D^r A. CASTEX.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 Mars 1898.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. J. Guillaume** communique les observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le quatrième trimestre de 1897. Il y a eu, en novembre, une diminution marquée de l'activité des taches, à laquelle a succédé, en décembre, une forte recrudescence temporaire. — **M. H. Deslandres** présente des photographies de la chromosphère entière du Soleil, obtenues au moyen d'un spectrohéliographe automatique; elles ont de 50 à 85 millimètres de diamètre. L'auteur a constaté que la partie basse et intense de la chromosphère manque au-dessus des taches. — **M. Chapel** adresse une note sur les relations harmoniques des planètes supérieures. — **M. de Jonquières** donne les solutions algébriques de diverses questions concernant les équations indéterminées du second degré à trois termes. Il démontre les deux théorèmes suivants : L'équation $(x^2 - 4)y^2 = \pm 1$ n'est pas résoluble en nombres entiers, sauf le cas de $a = 3$. L'équation $(x^2 - 1)x^2 = \pm 1$ (où a ne pourrait qu'être pair) n'est pas résoluble en nombres entiers. — **M. G. Humbert** montre qu'il peut exister deux surfaces hyperelliptiques qui, bien que se correspondant point par point, n'ont cependant pas les mêmes modules. — **M. R. Baire** démontre que, si une série, dont les termes sont des fonctions continues de x , est convergente pour chaque valeur de x , elle représente une fonction qui est ponctuellement discontinue relativement à tout ensemble parfait. Réciproquement, si une fonction $f(x)$ est ponctuellement discontinue relativement à tout ensemble parfait, elle est représentable par une série convergente de fonctions continues. — **M. S. Kantor** adresse une réclamation de priorité, à l'occasion de plusieurs notes de **M. P. Serret** relatives à l'hypercycloïde à trois rebroussements.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. G. Sagnac** résume ainsi les caractères de la transformation des rayons X par la matière. Une matière M qui reçoit des rayons X issus d'un tube à vide émet de nouveaux rayons, moins pénétrants, à la manière de la lame focus d'un tube à vide plus doux que le premier. Mais les rayons S émis par M ne sont pas simplement choisis dans le faisceau incident; il y a transformation des rayons X. Si M est une matière telle que le plomb, le zinc, les rayons S très peu pénétrants qu'elle émet ne paraissent exister en quantité notable dans le rayonnement d'aucun des tubes à vides actuellement employés. — **M. Ch. Féry** donne l'explication du fait que les détails d'un objet vivement éclairé sont grossis et empâtés sur la plaque sensible comme dans la vision. Pour lui, la couche sensible, devenant lumineuse aux points très éclairés, joue pour les régions voisines le rôle d'une source secondaire; l'action de cette source sera limitée par l'absorption des rayons lumineux par la couche sensible. L'auteur a réalisé le fait expérimentalement, et ses résultats concordent avec ceux de la théorie. — **M. A. Cornu** ajoute qu'il ne faut pas confondre l'effet signalé par **M. Féry** avec les aberrations de diverse nature qui entourent l'image principale des objectifs et jouent un rôle considérable. — **M. J. Charpentier** décrit un amplificateur universel destiné aux agrandissements photographiques, et qui permet d'obtenir le maximum de netteté au moyen d'un dispositif cinématique rendant la mise au point automatique. — **M. Th. Schloesing** décrit les modifications à apporter à son appareil

de détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes pour qu'il puisse servir pour des gaz quelconques, quelles que soient leur densité et leur solubilité dans la potasse. — **M. Armand Gautier** a étudié l'action de divers réactifs sur l'oxyde de carbone, en vue de son dosage dans l'air des villes. L'acide chromique l'oxyde mal; le permanganate de potasse le décompose déjà à froid. L'anhydride iodique et le chlorure d'or sont d'excellents réactifs. L'oxyde d'argent l'absorbe lentement en donnant un carbonate d'oxyde d'argent décomposable par l'acide acétique. — **M. O. Boudouard** est parvenu à isoler l'oxyde de néodyme par une méthode basée sur le peu de solubilité de son sulfate double alcalin. Le spectre de l'oxyde obtenu est identique au spectre du néodyme de **M. Auer von Welsbach. — **MM. H. Couriot et J. Meunier** ont constaté qu'il existe des conditions expérimentales où l'on peut faire éclater une étincelle dans un mélange explosif d'air et de grisou sans exciter l'explosion. Il est nécessaire, pour cela, de relier par un conducteur secondaire deux des points des conducteurs entre lesquels se produit l'étincelle. — **M. José Rodriguez Mourelle** a observé qu'un mélange de sulfure de strontium phosphorescent avec un corps inerte est généralement phosphorescent; mais la phosphorescence est quelque peu blanchâtre et l'intensité lumineuse plus faible. — **M. Echsner de Coninck** a étudié l'action des hypochlorites alcalins à excès d'alcali sur quelques amides, urées et sulfo-urées; il se dégage toujours de l'azote. — **M. E. Barral** a obtenu le carbonate de phényle perchloré $\text{CO}(\text{O}.\text{C}^{\text{H}}\text{Cl})_2$ par l'action de AlCl_3 sur l'hexachlorophénol. Il a préparé le carbonate de phényle bichloré $\text{CO}(\text{O}.\text{C}^{\text{H}}\text{Cl})_2$ par l'action du carbonate de phényle sur le tétrachlorure de carbone en présence d'iode. — **M. E. Gérard** a constaté que les cholestérines retirées soit des espèces microbiennes, soit des Algues, appartiennent au groupe de l'ergostérine comme celles de tous les végétaux inférieurs.**

3^o SCIENCES NATURELLES. — **MM. A. Charrin et Claude** ont constaté, chez des lapins ayant reçu des injections de venin, l'existence d'une polymyélite lombo-sacrée associée à des névrites prédominantes dans les membres antérieurs; les lésions centrales paraissent tenir, de préférence, sous leur dépendance, les troubles morbides des pattes postérieures; les lésions périphériques sont plutôt en rapport avec les désordres moteurs des membres antérieurs. — **MM. G. Gasné et A. Londe** présentent des radiographies montrant l'état du squelette d'un enfant myxoédémateux et les modifications que le traitement thyroïdien a manifestement provoquées dans le système osseux. — **MM. A. Londe et H. Meige** communiquent un certain nombre de radiographies de malformations congénitales des doigts (polydactylie, syndactylie, ectrodactylie); elles sont destinées à renseigner le chirurgien sur l'opportunité de son intervention. — **M. Foveau de Courmelles** a examiné 240 jeunes aveugles dans le but de constater s'ils voyaient les rayons X. Les aveugles complets et par lésion centrale n'ont rien perçu; parmi les aveugles par lésion périphérique, neuf sujets seulement ont eu la notion des rayons X. — **M. L. Bordas** a étudié l'anatomie et l'histologie du rectum et des glandes rectales chez les Orthoptères. Il considère les bourrelets du rectum (glandes rectales), de tout point semblables à ceux des Hyménoptères, comme formés par un ensemble de glandes unicellulaires groupées, intermédiaires, par leur forme, entre les vraies glandes en tube et les surfaces glandulaires planes. — **M. le lieutenant de vaisseau Bourdon**, commandant le *Yang-Tsé*,

a capturé, en traversant la Mer Rouge, un énorme animal qui s'était fait prendre par l'étrave du navire. On a reconnu que c'était un Lamantin de l'espèce appelée *Dugong*, que l'on considérait comme disparue depuis un siècle. — **M. Leclerc du Sablon** a analysé les matières de réserve contenues dans les tubercules de la Ficaire. Les jeunes tubercules contiennent de l'amidon, qui se transforme en dextrine, puis en sucre non réducteur à deux époques : 1° en mai et juin, lorsque la vie se ralentit; alors la transformation s'arrête au sucre non réducteur, qui est mis en réserve; 2° à partir du mois d'octobre, lorsque les réserves sont consommées; mais alors le sucre non réducteur donne à son tour du glucose directement assimilable. — **M. H. Douvillé** propose une classification phylogénique des Lamelli-branches basée sur l'étude des formes fossiles. D'après lui, les Taxodontes représentent la souche normale primitive, de laquelle sont dérivés presque aussitôt les Héteroodontes par simplification de la charnière et accélération du mode de développement; les Dysodontes sont des Taxodontes progressivement modifiés par leur fixation byssale, tandis que les Desmodontes sont des Héteroodontes originellement transformés par leur emprisonnement dans la cavité qu'ils se sont creusée. — **M. J. Seunes** présente quelques aperçus sur la tectonique de la région secondaire et montagneuse comprise entre les vallées de l'Ouzou et d'Aspe (Basses-Pyrénées). — **M. E. Semmola** résume ses observations sur la période éruptive actuelle du Vésuve, commencée le 3 juillet 1895 et qui continue encore. Il n'a pas trouvé de relations entre les périodes d'activité volcanique et les phases de la Lune.

Séance du 28 Mars 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. O. Callandreau** présente un rapport sur un mémoire de **M. G. Bigourdan** relatif à l'*Histoire céleste du xvi^e siècle* de Pingré qu'il a reconstituée. La Section d'Astronomie propose la réimpression de cet ouvrage. — **MM. G. Bigourdan** et **G. Fayet** communiquent leurs observations de la comète Perrine (19 mars 1898), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest). — **M. L. Picard** présente ses observations de la comète Perrine (19 mars 1898), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — **M. F. Rossard** communique des observations de la même comète faites à l'Observatoire de Toulouse (équatorial Brunner). — **M. J. Lagarde** a calculé les éléments de la comète Perrine d'après les observations faites au Mont Hamilton et à Paris. — **M. S. Kantor** démontre que chaque transformation birationnelle arithmétique à trois variables homogènes, peut être composée au moyen de facteurs primaires arithmétiques appartenant à l'un des 16 types qu'il indique. Pour décomposer une transformation birationnelle arithmétique ternaire en des transformations quadratiques, il ne faut adjoindre au domaine de rationalité que des nombres entiers algébriques de corps des ordres 2 à 8, excepté seulement pour les transformations qui contiennent des facteurs primaires de Jonquières et qui peuvent exiger des corps d'un degré quelconque. — **M. Lémeray** rectifie certaines assertions de **M. Bourlet** relatives à sa note sur les équations fonctionnelles linéaires.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. E. Carvallo** présente des mesures de haute précision sur la dispersion infrarouge du spath d'Islande; ces mesures l'ont amené à modifier les coefficients de la formule de dispersion, qui présente une grande analogie avec celle du quartz. — **M. A. Witz** recherche la cause du succès obtenu par le nouveau moteur thermique de Diesel. Il faut la rechercher dans la forte compression préalable et dans la combustion. Ces résultats pouvaient être prévus à l'avance par les formules de l'auteur. — **M. A. Turpain** a étudié le rôle joué par chacun des fils qui servent à concentrer le champ hertzien. Chaque fil du champ ordinaire à deux fils constitue, pris isolément, un système de ventres et de nœuds offrant à l'extrémité libre

un ventre ou un nœud. L'état électrique de deux ventres en regard pris sur chacun des fils n'est cependant pas identique, mais de signes contraires, ce qui explique le renforcement des phénomènes que produit l'addition du second fil dans le champ ordinaire à deux fils. — **M. Daniel Berthelot** montre que le poids moléculaire d'un gaz est, en réalité, proportionnel, non pas à sa densité réelle (à cause des écarts des lois de Mariotte et de Gay-Lussac), mais au produit de cette densité par son volume moléculaire. L'auteur indique une méthode pour déterminer exactement le volume moléculaire sous la pression atmosphérique. — **M. A. Gautier** a étudié l'oxydation de l'oxyde de carbone à chaud par l'anhydride iodique en déterminant l'iode déplacé et l'acide carbonique formé. Il a observé que la réaction commence avant 30°, qu'elle est active à 40° ou 45° et complète à 60° ou 65° et cela quelle que soit la dilution de l'oxyde de carbone dans l'azote ou dans l'air. Quelques autres hydrocarbures (acétylène, éthylène, etc.), réagissent partiellement sur l'anhydride iodique. — **MM. Potain** et **Drouin** montrent qu'on peut, à l'aide du chlorure de palladium, reconnaître la présence dans l'air de très petites quantités d'oxyde de carbone. Ce procédé ne permet qu'un dosage approximatif, mais fournit cependant des indications utiles au point de vue de l'hygiène. L'oxyde de carbone, mélangé à l'air en petite quantité et à la température ordinaire, se transforme lentement en acide carbonique. Cette transformation, quoique limitée par la présence même de l'acide carbonique, explique sans doute comment, malgré les quantités considérables d'oxyde de carbone produites incessamment dans une grande ville comme Paris, on n'en trouve cependant pas de traces notables dans l'air, si ce n'est au voisinage même des sources de production. — **M. Ed. Defacqz** a préparé l'iodure de tungstène $Tu I^2$ par l'action de l'acide iodhydrique sec sur l'hexachlorure de tungstène pur; c'est une poudre brune, amorphe, insoluble dans l'eau, le sulfure de carbone et l'alcool, de densité 6,9. — **M. M. Delépine** a déterminé les chaleurs de formation de la quinoline, de la quinaldine et de leurs tétrahydrures; il a appliqué ces nombres aux réactions qui leur donnent naissance et qui consistent dans l'action d'une aldéhyde ou d'une acétone sur une aniline aromatique primaire. — **M. D. Tombeck** a préparé des combinaisons de l'aniline avec des sels métalliques oxygénés en versant l'aniline en excès dans une solution du sel; il se forme un précipité cristallin, il a ainsi obtenu des composés d'aniline et de sulfates (ou d'azotates) de cadmium, de zinc, de magnésium, etc. — **M. G. Bertrand** indique comment on peut obtenir facilement la dioxycétone cristallisée en utilisant l'action de la bactérie du sorbose sur la glycérine. Les rendements sont très bons.

3° SCIENCES NATURELLES. — **MM. J. Kunstler** et **A. Gravel** ont réussi à cultiver des Urnes pendant des périodes plus ou moins prolongées et ont observé de nouveaux stades intéressants dans leur développement, en particulier la formation d'une membrane cellulaire continue qui revêt la région postérieure du corps. — **M. Ch. Gravier** a constaté que l'encéphale des Glycériens présente les mêmes caractères fondamentaux que celui des autres Annélides polychètes dont le système nerveux a été étudié jusqu'ici. La division en anneaux du prostomium est uniquement superficielle et n'affecte que l'épiderme. Elle ne retentit en aucune façon sur les parties profondes, en particulier sur le système nerveux, et n'a aucune signification au point de vue de la métamorphose. — **M. L.-F. Henneguy** a observé, dans les cellules sémiales de *Bombay mori* et de *Hypomeuta cognata*, un fait déjà signalé par Meves chez d'autres Lépidoptères; la présence, en rapport avec les centrosomes situés à la périphérie de la cellule, de filaments se terminant librement dans la cavité ampullaire et persistant pendant la mitose des cellules. Ces spermatocytes à centrosomes flagellifères sont une forme de passage des cellules ordinaires aux cellules à cils vibratiles. — **M. L. Mangin** a étudié la structure des

Micorhyzes; il montre que la coiffe conserve, dans les micorhyzes, son développement normal et, à l'inverse de ce qui a lieu chez les végétaux à racines normales, elle ne s'exfolie jamais; toute la surface des radicelles, envahie par le revêtement mycélien, est couverte par les cellules de la coiffe, qui sont filières et en partie déchirées. — **M. Aug. Boirivant** a constaté que, lorsqu'une branche latérale remplace la portion détruite d'une tige principale, elle subit des modifications assez profondes pour qu'elle arrive progressivement à ressembler plus, tant par sa structure que par son aspect extérieur, à l'axe auquel elle se substitue qu'aux branches dont elle est l'homologue. — **M. V. Babes** communique un certain nombre d'observations qui prouvent qu'on peut combattre la rage par des injections de substance du bulbe de moutons sains et non traités auparavant, la même méthode peut avoir un effet réel dans différentes maladies nerveuses, de nature toxique et infectieuse.

LOUIS BUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 15 Février 1898.

M. E. Vallin présente un rapport sur un mémoire du **D^r Carrière** (de Marseille) relatif à l'action du froid sur le sang; l'auteur montre que le froid produit une diminution des globules rouges qui abandonnent au sérum une partie de leur matière colorante. — **M. Huchard** est partisan du rétablissement de la saignée, qui peut donner de bons résultats dans certaines affections; par contre, le vésicatoire lui semble souvent dangereux et presque toujours inutile. La plaie cutanée qu'il crée sert de porte d'entrée à tous les microbes de la peau et peut être la source d'affections nombreuses; quant à son action révulsive, on peut l'obtenir aussi bien par d'autres agents qui ne présentent pas les mêmes dangers. — **M. Hervieux** montre aussi que le vésicatoire est dangereux dans toutes les maladies infectieuses et qu'il est appelé à disparaître de la thérapeutique. — **M. Panas** a observé les bons effets du vésicatoire en chirurgie (arthrites, inflammations, phlegmons) et en ophtalmologie, dans la période chronique des affections oculaires. — **M. Cornil** rappelle l'action physiologique de la cantharidine; elle n'agit pas seulement sur le rein, mais aussi sur les pommions, sur les bronches et l'intestin. Aussi, il n'a recours au vésicatoire que rarement et en prenant les plus grandes précautions. — **M. Robia** fait remarquer que ses contradicteurs, tout en repoussant le vésicatoire, admettent néanmoins les avantages de la révulsion; or, le vésicatoire étant le meilleur révulsif, on aurait tort de rejeter une arme aussi précieuse.

Séance du 22 Février 1898.

M. le Président annonce le décès de **M. R. Leuckart** (de Leipzig), correspondant étranger. — **M. Berger** présente un rapport sur un mémoire du **D^r Kirmisson**, concernant un cas de maladie kystique du testicule chez un enfant de dix-neuf mois; l'auteur a procédé à la castration et l'enfant a guéri. La pièce enlevée présente une structure particulière caractérisée par la disparition complète du tissu cellulaire, l'unité de forme des épithéliums qui entrent dans sa constitution, enfin la dérivation du mode d'agglomération de ces derniers, dont la prolifération irrégulière et le groupement semblent accuser les tendances malignes de la tumeur. — **M. Mignot** (de Chantelle) pense qu'on ne pourrait supprimer l'usage du vésicatoire sans priver d'un moyen précieux le médecin de campagne, qui ne dispose pas des mêmes ressources que le médecin des villes. — **M. Ferrand** croit qu'à dose modérée et thérapeutique la cantharide est innocente et en même temps utile; ce sont des doses relativement considérables qui ont produit les effets désastreux qu'on reproche au vésicatoire. — **M. le D^r Combemale** lit un mémoire sur l'acétate de thallium contre les sueurs nocturnes des phthisiques.

Séance du 1^{er} Mars 1898.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la Division de Chirurgie. **MM. Folet** (de Lille) et **Hache** (de Beyrouth) sont élus. — **M. Gariel** présente un appareil imaginé par le **D^r Mergier** et destiné à déterminer la position des corps étrangers dans les organes. — **M. Javal** présente un rapport sur un mémoire du **D^r G. Bitzios** relatif au traitement du trachome; le procédé consiste à disséquer un fragment myrtiliforme du cartilage larse, et à le remettre en place après l'avoir retourné. — **M. H. Huchard** répond aux partisans du vésicatoire, en citant un grand nombre d'observations qui prouvent ses effets nuisibles. Il lui préfère l'emploi des cataplasmes sinapisés, des ventouses sèches et surtout des bains froids. — **MM. J. Faure** et **Furet** lisent un mémoire sur le traitement chirurgical de la paralysie faciale par traumatisme intra-oculaire, l'anastomose du facial et de la branche trapéziennne du spinal.

Séance du 8 Mars 1898.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la Division de Médecine. **MM. Bertin** (de Nantes) et **Ledouble** (de Tours) sont élus. — **M. Chauvel** présente un rapport sur un mémoire du **D^r Inghellessis** concernant un cas de plaie perforante double de la face par arme à feu. L'intérêt du cas réside dans le fait que le blessé ouvrait la bouche au moment du coup, et que la balle a pu traverser la bouche de droite à gauche sans léser ni les maxillaires ni les arcades dentaires. — **M. Chauvel** présente un autre rapport sur un mémoire du **D^r Letellier** relatif à un cas de pleurésie purulente post-pneumonique. On pratiqua l'empyème, qui donna issue à trois litres de pus renfermant du streptococque. On fit alors au malade des injections de sérum antistreptococcique de Marmorek; l'état général s'améliora peu à peu et le malade guérit. — **M. Rendu** analyse un mémoire du **D^r Roché** relatif à l'étiologie de la cirrhose hépatique dans l'Yonne. Les victimes de la cirrhose sont les gens qui boivent les vins blancs acides non plâtrés du pays et surtout les apéritifs et liqueurs de mauvaise qualité. Les buveurs de vins plâtrés du Midi, de cidre et d'eau-de-vie de marc ne sont pas sujets à la cirrhose. Ces faits infirment la théorie de **M. Lancereux**. — **M. E. Vallin** communique à ce sujet une lettre d'un docteur brésilien qui a observé des cas fréquents de cirrhose chez des buveurs exclusifs de rhum fabriqué avec le jus de la canne à sucre. — **M. Lancereux** oppose à ce témoignage celui d'un médecin haïtien qui n'a jamais observé la cirrhose chez les buveurs de rhum. — **M. Hervieux** répond à **M. Huchard** que les vésicatoires lui ont toujours donné de bons résultats dans les cas de péritonite puerpérale et qu'il serait regrettable de les voir abandonner. — **M. Lancereux** pense également que si les vésicatoires ont du mauvais, ils ont aussi du bon : il faut suivre la tradition et ne pas la répudier entièrement. — **M. le D^r Motais** lit un mémoire sur la question de l'acétylène, au point de vue de l'hygiène publique et privée. — **M. le D^r Garnault** donne lecture d'un travail sur le tympan artificiel résonnateur. — **M. le D^r Josias** lit un mémoire relatant ses recherches expérimentales sur la transmissibilité de la rougeole de l'homme aux animaux.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 26 Février 1898.

M. Ch. Richet a injecté à des lapins tuberculisés de l'eau iodée; tous sont morts, mais les lapins injectés ont vécu plus longtemps que les témoins. Ce traitement a donc ralenti le développement de la tuberculose. — **M. Bonniot** a continué ses mesures calorimétriques sur les nouveau-nés; le rayonnement varie avec l'âge, l'état de santé ou de maladie. — **M. G. Camus** a constaté que les sérums anti-venimeux et anti-diphthérique des-

séchés peuvent être portés, pendant un quart d'heure, à 110° ou même 140°, sans perdre leurs propriétés vaccinatrices et antitoxiques. — **M. Carnot** montre que les scléroses du pancréas sont dues aux mêmes causes qui créent les pancréatites hémorragiques. — **M. Bordas** a isolé le ferment d'un vin amer; c'est un bacille en forme de petits bâtonnets, parfois mobiles. — **M. Verdun** envoie un mémoire sur les organes dérivés des fentes branchiales chez le poulet et le canard. — **M^{lle} Napias** dépose une note sur la sucrose de la levure de bière.

Séance du 3 Mars 1898.

M. Desgrez a trouvé de l'oxyde de carbone dans le sang des animaux chloroformés et l'attribue à une décomposition du chloroforme. **M. de Saint-Martin** ayant fait remarquer que l'oxyde de carbone existe toujours dans le sang normal, **M. Desgrez** a repris ses expériences et a constaté qu'il y a toujours beaucoup plus d'oxyde de carbone chez les animaux chloroformés que chez les témoins. Il y a donc bien une décomposition dans l'organisme. — **M. Nicloux** décrit son procédé de dosage de l'oxyde de carbone de l'air par oxydation au moyen de l'acide iodhydrique anhydre à 150°. — **M. Riche** a constaté que le mauvais état du rein aggrave les autres infections de l'organisme. Une femme, atteinte d'une néphrite intense, a contracté la rougeole; l'affection a pri-tout de suite un caractère grave et a frappé spécialement le poulmon. — **M. Charrin** ajoute que, malgré la gravité de l'infection chez cette malade, la toxicité du sérum est restée modérée et l'élimination bonne. — **MM. Vidal et Wallich** rapportent le cas d'une femme ayant présenté des symptômes d'infection avant son accouchement et qui mourut quatre jours après d'une infection streptococcique généralisée; l'enfant mourut deux jours après sa naissance de la même infection localisée au niveau du rein mais sans lésions cellulaires. — **M. J. Courmont** a fait de nouvelles inoculations avec trois streptocoques; deux d'érysipèle et un d'abcès. Aucun n'a été influencé par le sérum de Marmorek. — **M. L. Martin** a reproduit expérimentalement la méningite tuberculeuse chez le cobaye et le lapin en inoculant des bacilles tuberculeux dans le liquide céphalo-rachidien. — **M. C. Phisalix** distingue deux degrés dans l'immunisation : dans le premier, l'animal fabrique juste la quantité d'antitoxine nécessaire à le protéger, c'est la *vaccination simple*; dans le second, il en fabrique assez pour que son sérum devienne un remède pour d'autres animaux; il y a l'*hyper-vaccination*. — **M. Echsner de Coninck** montre que les oxydations du soufre subissent des retards dans le rachitisme.

M. Héricourt est élu membre de la Société.

Séance du 12 Mars 1898.

MM. Bezançon et Griffon recherchent le meilleur milieu de culture du pneumocoque. Si l'on veut le reconnaître rapidement et l'isoler, il faut recourir au sérum de lapin jeune. Si l'on veut le conserver longtemps, vivant et virulent, il faut le cultiver sur sang dé fibriné de chien ou encore sur sang peptoné additionné de sérosité d'ascite. — **M. H. Roger** a fait des injections de cultures de staphylocoque, de colibacille et d'*œdium albicans* dans les différents vaisseaux. Le foie arrête le staphylocoque et l'iodium, mais laisse passer le colibacille. — **M. Boix** signale quelques caractères de la cirrhose hypertrophique biliaire avec icteré chronique ou maladie de Biliot : La rate reste immuablement et également grosse pendant toute la durée de la maladie; elle précède de plus ou moins longtemps le processus hépatique. La cirrhose affecte quelque-fois l'allure d'une maladie familiale. L'agent pathogène paraît avoir une origine hydrique. — **M. H. Beauregard** a retrouvé, dans un morceau d'ambre gris, le bacille qu'il a déjà décrit et, en outre, une moisissure encore indéterminée.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Février 1898.

M. E. Bouty expose une nouvelle méthode pour la mesure de l'intensité des champs magnétiques. Cette méthode est basée sur l'induction réciproque de l'action électromagnétique employée par **M. Lippmann** dans son galvanomètre à mercure; le grand avantage des nouvelles recherches est de permettre de remplace le mercure par l'eau de rivière. Si une veine rectangulaire, d'épaisseur e dans le sens des lignes de force magnétiques, de hauteur l dans la direction normale au champ magnétique H et à la vitesse d'écoulement, a une vitesse uniforme v , la force électromotrice induite F est égale à Hlv ; le débit étant $D = vel$, le champ magnétique a pour expression, en fonction des quantités directement mesurables :

$$H = \frac{Ee}{D}.$$

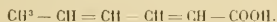
La force électromotrice est indépendante de la nature du liquide conducteur; dans une série d'essais préliminaires, on a employé des solutions de sulfate de cuivre de plus en plus étendues s'écoulant par un ajutage rectangulaire en ébonite. Deux électrodes de cuivre, de largeur égale à celle de la cuvette et d'une longueur de 1 centimètre viennent affleurer exactement la face supérieure et la face inférieure de la veine. L'expérience montre que la force électromotrice, mesurée par opposition, est indépendante de la concentration du liquide; on a pu substituer au sulfate de cuivre l'eau des conduites de la ville, sans que la mesure se complique en rien. L'usage de l'eau permet d'utiliser des vitesses d'écoulement considérables, qui, dans les expériences de **M. Bouty**, ont atteint jusqu'à 17 mètres par seconde; la sensibilité de la méthode est alors suffisante pour permettre de manifester des champs de 0,5 C. G. S. Si l'on prend la seule précaution d'isoler rigoureusement les électrodes, on peut faire des mesures relatives avec des ajutages quelconques, bien que les formules précédentes ne s'appliquent pas rigoureusement, la vitesse v ne pouvant être considérée comme uniforme. En opérant avec des cuvettes suffisamment larges et portant des électrodes assez distantes (3 centimètres au moins pour une cuvette de 5 millimètres d'épaisseur) du tuyau d'amenée pour que le régime soit établi, on peut vérifier les formules et déterminer, par comparaison, l'épaisseur fictive qu'il faut introduire pour qu'elles s'appliquent encore au cas de cuvettes moins larges. **M. Bouty** a trouvé que, pour des cuvettes de 1 à 6 millimètres d'épaisseur, il suffit de faire subir au nombre mesuré une correction de $\pm 0,13$ millimètre. Les mesures ont été faites au moyen de l'électromètre; on peut éviter l'emploi de cet appareil, en sacrifiant un peu de la sensibilité, et se servir d'une capacité de plusieurs microfarads qu'on déchargera dans un galvanomètre balistique. Des champs de 50 C. G. S. peuvent être encore mis en évidence assez aisément. **M. Bouty** a déterminé, par sa méthode, la courbe représentative du champ magnétique entre les armatures d'un électro-aimant en fonction du courant d'excitation; la méthode est assez sensible pour permettre d'observer le point d'inflexion au voisinage de l'origine. Il a pu aussi déterminer la quantité absolue de magnétisme d'un barreau aimanté, le champ d'une bobine sans fer et graduer un ampèremètre. — **M. Daniel Berthelot** a mesuré de hautes températures par la méthode interférentielle qu'il a exposée antérieurement à la Société (Séance du 17 Mai 1895). Cette méthode, fondée sur les propriétés des gaz, ramène la mesure des températures à celle d'une longueur et d'une pression. Un faisceau lumineux est divisé en deux parties dont l'une traverse un tube froid où l'on peut diminuer la pression et l'autre un tube porté à la température qu'il s'agit d'évaluer. On ramène les franges au zéro en réduisant la pression dans le tube froid; on admet que l'indice d'un gaz ne dépend que de sa den-

sité. Pour avoir des résultats exacts, il est nécessaire que la colonne de gaz chauffée ait une température uniforme et que sa longueur soit exactement connue. On obtient un champ calorifique uniforme en utilisant la partie centrale d'un tube en porcelaine ou en terre réfractaire de 85 centimètres de longueur, chauffé électriquement au moyen d'une spirale de platine qui traverse un courait. On évalue exactement la longueur de la colonne gazeuse sur laquelle porte la mesure en prenant l'écart des résultats de deux expériences successives ne différant que par la longueur de la région centrale à la température constante. A cet effet, le rayon lumineux suit d'abord l'axe d'un tube de laiton fixe, entouré d'un système de tubes annulaires à circulation d'eau froide, qui s'engage dans le four électrique, pénètre ensuite dans celui-ci et en res-sort par un second tube de laiton refroidi comme le premier, mais mobile suivant son axe au moyen d'une coulisse. Suivant qu'on tire ce tube mobile de 5, 6 ou 10 centimètres, on augmente d'autant la longueur de la partie centrale traversée par le rayon. Pour déterminer le point de fusion des métaux, on place côté à côté dans la région centrale du four une pince thermoelectrique platine-platine iridié et un fil d'argent ou d'or qui ferme le circuit électrique formé par deux fils de platine, qui se rompent au moment de la fusion du fil. A cet instant, on note la force électromotrice du couple qui ne doit plus varier pendant les mesures. M. Berthelot a trouvé ainsi 962° pour le point de fusion de l'argent et 1064° pour celui de l'or. L'écart de ces nombres, 102°, est vois-in de celui que divers expérimentateurs ont obtenu par différentes méthodes : M. Barus trouve 105-108°, MM. Holborn et Wien 101-104°, M. Le Châtelier 100-105°, MM. Holman, Lawrence et Barr 102°, MM. Heycock et Neville, 101°. M. D. Berthelot a déterminé également le point d'ébullition du zinc, qu'il fixe à 920°. C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 25 Février 1898.

M. E. Blaise a déterminé les vitesses et les limites de l'hydratation des acides succinique et diméthylsuccinique dissymétrique. Ce dernier acide s'hydratise moins vite que l'acide succinique, mais à la même limite de réaction. — M. E. Charon a obtenu le produit de condensation de l'aldéhyde crotonique et de l'acide cyanacétique. On obtient un composé cristallisé souillé par une matière résineuse brune. Ce corps, chauffé, perd de l'acide carbonique. Le nitrile obtenu, saponifié avec la potasse aqueuse, donne un sel de potassium très soluble à chaud, mais qui cristallise de la liqueur alcaline par refroidissement. Ce sel, décomposé par un acide et repris par l'éther de pétrole, abandonne un acide solide cristallisé qui n'est autre que l'acide sorbique :



On peut également en obtenir des résidus de la préparation de l'aldéhyde crotonique. Ces résidus renferment un composé aldéhydique en C⁶ déjà signalé par Kékulé. Ce dernier composé, d'odeur à la fois benzylique et cinnamique, se résinifie à l'air en prenant l'odeur caractéristique de la résine d'aldol. Il donne une phénylhydrazine cristallisée; oxydé par l'oxyde d'argent il donne de l'acide sorbique : c'est donc bien l'aldéhyde correspondante. — M. Simon a reconnu qu'une solution de phénylhydrazine, libre ou combinée aux acides, même étendue à $\frac{1}{10,000}$ donne, si on la chauffe avec la triméthylamine et le nitroprussiate de sodium, une belle coloration bleue qu'exagère encore une addition de potasse. — M. M. Delépine considère l'hydrocinnamide comme se rattachant au groupe des glyoxalines, elle cristallise avec une demi-molécule d'eau, et le composé de formule C¹⁰H¹³Az² de M. Peine n'existe pas. — MM. Flatau et Labbé ont caractérisé dans l'essence de Portugal une grande proportion de limonène, de pe-

lites quantités de citronnellal et d'une autre aldéhyde encore inconnue à odeur caractéristique d'orange et environ 2 % d'un composé étheré. — M. Riban dépose un mémoire de MM. A. Villiers et Bertault sur le lait et la détermination du moillage.

Mémoires près ntés à la Société. — A. Gantier : Sur la synthèse des corps xanthiques et congénères en partant de l'acide cyanhydrique. — G. Massol : Etude thermique de la fonction acide des trois acides oxybenzoïques. — Chalour de formation des méta et para-oxybenzoates de soude. — V. Vaillant : Action de l'ammoniaque sur la diéthylacétate. E. CHARON.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

A. H. Yung et A. Robinson : Le développement et la morphologie du système vasculaire des Mammifères. La terminaison postérieure de l'aorte et les artères iliaques. — Bien que de nombreuses observations aient été faites sur le développement de l'aorte et de ses branches, spécialement vers la tête de l'embryon, on a peu avancé l'étude de ce développement vers l'extrémité caudale. Les embryologistes adoptent, en général, cette hypothèse que les deux aortes primitives se prolongent à l'arrière de la région dorsale vers la queue et se fusionnent en formant une aorte caudale, l'artère sacrée moyenne. Dans ce cas, les artères iliaques n'en dérivent pas et ne représentent aucune partie de l'aorte primitive; elles sont d'origine segmentaire. Mais des observations antérieures des auteurs semblent avoir prouvé, au contraire, que la vraie continuation postérieure des aortes primitives dorsales doit être recherchée, non dans l'artère sacrée, mais dans les troncs iliaques et hypogastriques. Pour résoudre complètement la question, les auteurs ont procédé à une étude détaillée de l'extrémité caudale de l'aorte et de ses branches chez plusieurs animaux : rat, souris, furet, chat, brebis, dont les embryons étaient rangés suivant le degré de développement du système artériel. Voici les conclusions auxquelles MM. Yung et Robinson sont arrivés :

1. Les aortes primitives sont deux troncs accolés qui passent, à chaque extrémité de la surface embryonnaire, dans le réseau vasculaire du placenta. 2. Au moment de la formation des replis céphalique et caudal, chaque tronc, primitivement droit, est replié en avant et en arrière, de telle sorte qu'il se différencie une partie dorsale et deux parties ventrales réunies par deux arcs caudal et céphalique. 3. La partie dorsale de chaque tronc donne naissance, dans la région céphalique, aux vaisseaux de la tête et du cou; les restes de chaque partie dorsale se réunissent, du côté opposé, pour former la plus grande partie de l'aorte. 4. Les parties céphaliques ou ventrales antérieures forment le cœur, la partie ventrale de la crosse de l'aorte adulte, et les vaisseaux de la tête et du cou. 5. Les parties caudales ou ventrales postérieures se réunissent pour former une branche vitello-allantoïque, comme chez les Rongeurs, ou restent séparées et forment les parties ventrales des artères allantoïques, comme chez les Carnivores, les Ruminants et l'Homme. 6. Les sections ventrales et dorsales sont primitivement réunies, antérieurement par un arc céphalique, postérieurement par un arc caudal primaire. D'autres arcs céphaliques se développent plus tard, et sont utilisés à la formation des vaisseaux de la tête, du cou et de l'extrémité supérieure et d'une partie de la crosse de l'aorte adulte, tandis que les arcs additionnels de la région caudale concourent à la formation des artères viscérales. 7. Les extrémités dorsale et ventrale des arcs primaires caudaux restent; les extrémités dorsales prennent part à la formation de l'extrémité postérieure de l'aorte adulte; les extrémités ventrales sont utilisées dans la formation des parties ventrales des artères allantoïques ou hypogastriques. 8. Les parties médianes des arcs caudaux primaires disparaissent et sont remplacées par des arcs caudaux « secondaires » qui se trouvent sur les côtés extérieurs

des conduits de Wolff. Chez les Rongeurs et l'Homme, les arcs secondaires se transforment dans les artères iliaques commune et interne et les parties dorsales des artères hypogastriques, tandis que, chez les Carnivores, elles se transforment dans la partie postérieure de l'aorte adulte, dans les artères iliaques internes et les parties dorsales des artères hypogastriques. 9. Les vaisseaux qui doivent être considérés comme la continuation postérieure de l'aorte primitive sont donc, chez l'Homme et les Rongeurs, les artères iliaques commune et interne et les artères hypogastriques; chez les Carnivores, ce sont les artères iliaque interne et hypogastriques. 10. Les artères iliaques commune et interne ne sont pas des vaisseaux segmentaires; leurs branches peuvent l'être. 11. L'artère sacrée moyenne est une branche secondaire, provenant probablement de la fusion de vaisseaux segmentaires. 12. Les aortes sont donc formées des parties suivantes des vaisseaux primitifs : l'aorte ventrale antérieure, le quatrième arc aortique céphalique gauche, les parties réunies des aortes primitives dorsales, et, chez quelques Mammifères, les extrémités dorsales soudées des arcs caudaux.

L'aorte adulte permanente, telle qu'elle résulte de la fusion des aortes primitives dorsales, se termine postérieurement soit à la bifurcation des deux artères iliaques communes, soit au point qui correspond à cette bifurcation; tandis que si la fusion comprend les parties dorsales des arcs secondaires, il n'y a plus d'artères iliaques communes, et les artères iliaques internes et externes semblent continuer directement les aortes. Dans chaque cas, la continuité de l'aorte primitive est interrompue et les arcs caudaux primaires sont remplacés par des arcs caudaux secondaires; les continuations de l'aorte sont alors représentées par les vaisseaux dans lesquels ces arcs secondaires se transforment.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 3 Février 1898.

M. J.-H. Fenton décrit un nouveau procédé de détermination volumétrique du sodium basé sur l'insolubilité du dihydroxytartrate de sodium. La titration de l'acide dihydroxytartrique est effectuée au moyen du permanganate de potasse. — M. F.-P. Armitage a déterminé à nouveau le poids atomique du bore. Le résultat de ses travaux lui a fourni le chiffre de 10,928. — M. E.-P. Permon fait remarquer que si l'on dirige un courant d'air dans une solution diluée d'ammoniaque de telle sorte que la quantité d'air soit uniforme, la quantité d'ammoniaque q , qui restera dans les solutions après que celle-ci aura été traversée par un volume d'air V , sera représentée par l'équation suivante $q = a - bV$ dans laquelle a et b sont des constantes. — M. E. Sonstadt expose le résultat de ses recherches sur la dissociation du chlorure de platine en monochlorure, lorsqu'on chauffe une solution très diluée de ce corps. Il explique cette dissociation par les équations suivantes qui marquent les deux phases de la réaction :

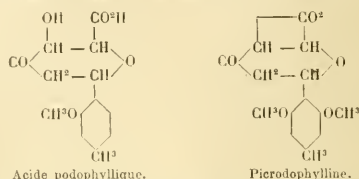
- (1) $K^2PtCl^6 = 2KCl + PtCl_4$.
- (2) $2PtCl_4 + 6H^2O = 2HCl + 6HCl + 3H^2O_2$.

— MM. Percy Frankland, F. R. S., et T. Stewart Patterson : De l'action des groupes mono, di et trichloracétylés sur le pouvoir rotatoire des glycérites et tartrates de méthyle et d'éthyle. — En collaboration avec M. Andrew Turnbull, M. Percy Frankland, F. R. S., fait une deuxième communication sur le pouvoir rotatoire des di-monochloracétyltartrates d'éthyle et de méthyle.

Séance du 17 Février 1898.

MM. N.-A. Shenhstone et W.-T. Evans présentent quelques observations sur l'influence des décharges électriques silencieuses dans l'air atmosphérique. Ils ont remarqué qu'il était impossible d'ozoniser l'oxy-

gène de l'air en présence d'une trace de peroxyde d'azote. — M. Tudor Cundall : Expériences pour démontrer la conservation de la masse; observations sur la loi de diffusion de Graham. — MM. J.-J. Dobbie et Fred. Marsden ont réussi à préparer l'o-chlorbrombenzène, dont ils décrivent les propriétés physiques et chimiques. — MM. W.-N. Hartley, F. R. S., et J.-J. Dobbie publient quelques remarques sur le spectre d'absorption ultra-violet de plusieurs composés du carbone à chaîne fermée. — Les mêmes auteurs rendent compte, dans une deuxième communication, de leurs travaux relatifs aux bandes d'absorption dans le spectre du benzène. — MM. Wyndham R. Dunstan, F. R. S., et T. A. Henry exposent le résultat de leurs recherches sur les corps constituant le *Podophyllum emodi* de l'Inde et le *Podophyllum peltatum* d'Amérique. Ils ont trouvé qu'ils renfermaient de la pierodophylline, lactone de l'acide podophyllique lequel est probablement l'acide hydroxycarboxylique de la diméthoxyméthylphénylhydro- γ -pyrrone. Les formules suivantes sont données à ces composés :



Dans une deuxième communication, les mêmes auteurs relatent que les constituants volatiles de la racine de la *Goupia tomentosa* sont formés de corps de la série de l'acide acétique; quelques-uns ont pu être isolés; ce sont : l'acide formique, l'acide isovalérique, l'acide caproïque normal et l'acide laurique. — Une troisième note sur l'oxycannaline retirée du chanvre indien termine la série des publications de ces auteurs. — MM. E.-W. Howorth et W.-H. Perkin, en condensant la formaldéhyde et le malonate d'éthyle et les acides *cis* et *trans* tétraméthylendicarboxyliques, ont obtenu une série de corps dont ils donnent la description; parmi ceux-ci nous citerons le méthylène malonate d'éthyle $Cl^2C(CO^2Et)^2$; le tétraméthylène tétracarboxylate d'éthyle et un acide qui est probablement l'acide hexahydrotrimesique. — MM. S. Ruhemann et K.-C. Browning : Mode de préparation du dihydroxydinicotinate d'éthyle en partant du cyanacétate d'éthyle.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Février 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P.-H. Schoute donne lecture d'une esquisse biographique de F.-J. van den Berg, professeur de Mathématiques et de Mécanique appliquée à l'Ecole Polytechnique de Delft, de 1864 à 1884; de plus, il donne un aperçu des œuvres de ce savant. — M. J.-J.-A. Muller fait une communication sur la triangulation de l'île de Sumatra. La triangulation de la côte occidentale, commencée en 1893, était destinée à faire suite à celle de la côte méridionale, exécutée en 1868 et 1869, et à être mise en rapport avec le réseau de l'île de Java, ce qui dispenserait de la mesure d'une nouvelle base. Seulement, on a trouvé que tous les piliers de cette triangulation antérieure avaient été démolis. Donc, il était nécessaire de créer une nouvelle jonction à travers le détroit de la Sonde. Quoique le réseau triangulaire de Sumatra méridional ne consiste que d'une chaîne unique, on s'est déterminé à la joindre aux deux côtés de Karang-Bato Hideung et de Karang-Gede du réseau de Java. De cette manière, on pouvait s'assurer que là les piliers en maçonnerie indiquaient encore les sommets originaux du réseau triangulaire. L'auteur indique en détail les résultats obtenus. Les

erreurs de fermeture des sept triangles sont successivement $+0^{\circ},44$; $+1^{\circ},82$; $+0^{\circ},44$; $-0^{\circ},64$; $+0^{\circ},33$; $-0^{\circ},65$; $+0^{\circ},57$. Donc, l'erreur moyenne de l'angle ne s'élève qu'à $0^{\circ},49$. Ainsi, la précision est bien satisfaisante. Pour les calculs qui se rapportent aux sommets de premier et de second ordre, on a employé la méthode de la représentation conforme à l'aide de la projection de Mercator, donnée par M. Ch.-M. Schols (*Annales de l'École polytechnique de Delft*, t. I^{er}, 1885). Les sommets de troisième ordre s'évaluent directement dans la carte, dressée au moyen d'une projection polyédrique de divisions de $20'$ à $20'$, suivant la projection conforme conique. Dans les terrains bas occidentaux, où la triangulation semble impossible, on détermine les points fixes nécessaires à l'aide d'observations astronomiques; on trouve la latitude à l'aide de hauteurs circumméridiennes et la longitude à l'aide de chronomètres. Pour la construction d'une carte à l'échelle de 1 : 200.000, ce procédé est d'une précision satisfaisante. — M. H.-G. van de Sande Bakhuyzen présente le tome VII des *Annales de l'Observatoire de Leyde* (*Annalen der Sternwarte in Leiden*).

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. II. Kamerlingh Onnes fait, au nom de M. N. Kasterin, de Moscou, une communication provisoire: *Sur la dispersion des ondes acoustiques en un milieu homogène*. Pour se former une idée nette du mécanisme de l'absorption et de la dispersion de la lumière dans les milieux optiques, il est bon d'étudier les phénomènes analogues de la propagation des ondes acoustiques dans un milieu artificiel non homogène. L'auteur fait connaître ici les résultats les plus importants de ses recherches expérimentales et théoriques. D'après ses expériences et théories, un certain degré d'approximation fait trouver une analogie parfaite entre la propagation des ondes acoustiques dans un milieu non homogène et celle de la lumière dans des milieux absorbants. La longueur d'onde du son dans un milieu non homogène diffère de celle dans l'air; d'après les circonstances, l'amplitude de l'onde diminue dans la direction de la propagation suivant une loi exponentielle. Si le milieu non homogène ne s'étend pas jusqu'à l'infini, les ondes réfléchies et transmises montrent les phénomènes de l'interférence qui, de même que dans l'Optique, dépendent de l'épaisseur de la couche. Il n'est pas difficile non plus de démontrer par l'expérience les phénomènes de la dispersion



Figure 1.

et de l'absorption du son dans des tuyaux. L'auteur s'imagine (fig. 1) un système de sphères égales, rigides et fixes, formant dans le milieu illimité de l'air une couche de l'épaisseur L ; les centres de ces sphères sont les sommets de parallépipèdes droits égaux aux arêtes a, b, c qui remplissent cette couche, la direction de a étant perpendiculaire à ses plans limitants. Le problème de la propagation du son à travers cette couche dans la direction perpendiculaire a , en toute sa généralité, exige qu'on suppose que le rayon r des sphères et les distances a, b, c aient, par rapport à la longueur d'onde λ , tout ordre de grandeur. Il se simplifie sensiblement, si r et b, c sont petits en comparaison de λ . Et, dans ce cas même, le problème général conserve son importance, parce qu'il permet de contrôler l'approximation. Dans cette communication provisoire, l'auteur ne s'occupe que des cas spéciaux les plus simples. Si r, b, c sont petits par rapport à λ , les ondes transmises montrent une perte de phase, proportionnelle à l'épaisseur L de la couche; en d'autres termes, la longueur d'onde dans la couche diffère de celle dans l'air. Si l'on a de plus $a=b=c$, de manière que dans l'indication de la position des sphères « parallépipède droit » peut être

remplacé par « cube », le maximum du coefficient d'absorption est proportionnel au volume des sphères mesuré par celui de la couche. Pour le cas plus général $a \geq b \geq c$, l'indice de réfraction et le coefficient d'absorption changent avec la direction. Tous ces phénomènes exigés par la théorie se démontrent, en qualité et en quantité, plus facilement qu'on se l'imagine, par l'expérience. En effet, à cause de la symétrie, un simple tuyau (fig. 2) de section carrée logeant des sphères en verre à des distances égales aux côtés du carré, peut être répété autant de fois qu'on le désire dans les directions perpendiculaires aux parois et représente donc l'arrangement en cube dont nous avons parlé, pourvu qu'on néglige le frottement des parois. La méthode ordinaire de Kundt pour la génération des ondes stationnaires fait connaître la position des nœuds et des ventres. Dans ses épreuves, l'auteur s'est servi de trois systèmes de sphères différents. Pour faire connaître l'exactitude de ses résultats, nous reproduisons ici (fig. 3) la section nor-

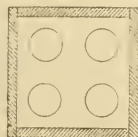


Figure 2.



Figure 3.

male du tuyau dans le premier de ces systèmes contenant quatre-vingt-huit sphères de 79 millimètres de rayon placées à des distances de 30 millimètres, et le tableau suivant se rapportant à six séries d'observations, où chaque nombre est une valeur moyenne d'au moins dix grandeurs.

MILLIMÈTRES	MILLIMÈTRES		
116,1	113,7	1,021	1,022
102,6	100,3	1,023	1,022
83,3	81,7	1,020	1,023
51,6	50,4	1,024	1,025
44,1	42,8	1,030	1,028
37,7	36,5	1,033	1,037

Des quatre colonnes de ce tableau, la première et la seconde donnent la moitié de la longueur d'onde dans l'air et dans le tuyau, tandis que la troisième et la quatrième font connaître l'indice correspondant de réfraction, observé et calculé. Ensuite l'auteur donne quelques indications par rapport aux cas de sphères gazeuses et de sphères mobiles. — M. W.-H. Julius indique un moyen à multiplier la précision de la lecture des échelles divisées. Dans les instruments, comme les magnétomètres, etc., où l'on vise l'image d'une échelle réfléchie dans un miroir, on donne ordinairement une inclinaison à la paroi en verre de la boîte du miroir, afin que la réflexion dans cette paroi ne trouble pas les résultats. Cependant, précisément à l'aide d'une coopération de cette paroi, on peut multiplier considérablement l'exactitude des résultats, en déterminant au lieu d'une quantité proportionnelle à $tg2\alpha$ comme dans la méthode ordinaire de Gauss-Poggendorf une quantité proportionnelle à $tg4\alpha, tg6\alpha, tg8\alpha, tg10\alpha$, etc. A cette fin, on n'a qu'à couvrir le côté de la paroi tourné vers le miroir d'une couche mince d'argent. Soit AB (fig. 4) la section du miroir dévié de sa position d'équilibre A'B' par une rotation α autour d'un axe en O, perpendiculaire au plan de la figure. Soit CD le côté intérieur de la paroi, parallèle à A'B'. Alors un faisceau LO, normal à CD, après avoir parcouru l'espace entre la paroi et le miroir une, deux, trois, quatre fois, est réfléchi suivant des directions $O, a_1, O, a_2, O, a_3, O, a_4$, faisant avec O, l des angles $2\alpha, 4\alpha, 6\alpha, 8\alpha$. Si l et m représentent les distances du miroir à l'échelle et à la paroi en verre, une réflexion

n fois répété donne sur l'échelle une déviation $[l + (n-1)m] \tan 2\alpha$ correspondant à la rotation α . Pour empêcher que les images différentes de l'échelle s'embrouillent, on donne à la paroi en verre une inclinaison extrêmement petite, de manière que ces images se montrent les unes au-dessus des autres. L'épaisseur de la couche d'argent est de beaucoup d'importance; car en augmentant le pouvoir réfléchissant, on diminue la quantité de lumière qui entre dans la boîte du miroir. Il faut donc chercher l'épaisseur la plus favorable. En représentant par r , s , t les pouvoirs réfléchissants des côtés extérieur et intérieur de la paroi et du miroir métallique,

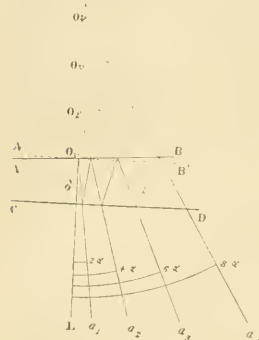


Figure 4.

on trouve que l'intensité de la lumière réfléchie n fois s'obtient en multipliant celle de la lumière incidente par $(1-r)^2 (1-s)^2 s^{n-1} t$. Donc, on doit choisir r aussi petit et t aussi grand que possible, tandis que la valeur la plus favorable de s est déterminée par l'équation $(n+1)s = n-1$. Pour $r=0,04$ et $t_2=0,92$ on trouve les intensités suivantes :

DIVISION DE L'ÉCHELLE à intensité maxima	1	2	3	4	5	6
S	(0)	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{7}$
1 ^{re} fois réfléchie.	0.85	0.38	0.211	0.133	0.094	0.069
2 ^e — — —	0	0.118	0.097	0.074	0.057	0.045
3 ^e — — —	0	0.036	0.045	0.041	0.035	0.030
4 ^e — — —	0	0.011	0.021	0.023	0.021	0.020
5 ^e — — —	0	0.003	0.010	0.012	0.013	0.013
6 ^e — — —	0	0.001	0.004	0.007	0.008	0.0086

L'auteur a apporté à la boîte du miroir d'un galvanomètre (fig. 5) la construction suivante. Un des côtés de

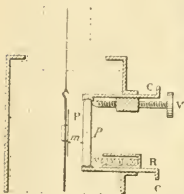


Figure 5.

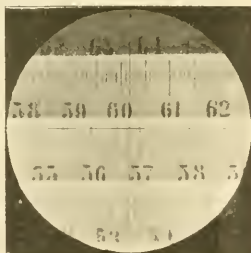


Figure 6.

mètre (fig. 5) la construction suivante. Un des côtés de

la boîte porte un cylindre C dont la base P en verre argenté peut tourner autour d'un axe horizontal p. Ainsi le mouvement de va-et-vient du cylindre permet d'augmenter et de diminuer la distance m entre le miroir et la paroi P, tandis qu'on peut donner à P l'inclinaison exigée à l'aide d'une vis micrométrique V et d'un ressort de rappel R. Enfin on voit sur la figure 6 une partie du champ de vision de la lunette pour le cas $l=4$ mètres. La division 50 de l'échelle divisée y correspond à la position d'équilibre et les quatre images montrent successivement des déviations de 34, 68, 102, 136 millimètres. — M. K. Martin présente une brochure de M. P.-G. Krause « Ueber tertiäre cretaceische und aeltere Ablagerungen aus West-Borneo » (Sur des dépôts crétacés et antérieurs à la cote occidentale de Borneo), tirage à part des *Sammlungen des geologischen Reichsmuseums in Leiden* (collections du musée géologique de Leyde). — P.-H. SCHOETE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 3 Février 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Sobotka : Contribution à la géométrie infinitésimale des courbes intégrales.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. W. Paschkeles a étudié le gonflement de la gélatine par les solutions salées. Quant à leur pouvoir de faciliter la gélification, les sels se placent dans l'ordre suivant : sulfates, citrates, tartrates, acétates (eau), chlorures, chlorates, nitrates, bromures et iodures. La vitesse du gonflement est augmentée dans le même ordre; la solubilité diminue avec l'absorption des sels. L'alcool et la glycérine provoquent le rétrécissement de la gélatine.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. R.-A. Weithofer : Contribution à la question des rapports d'âge des dépôts carbonifères et perméens du centre et du nord de la Bohême. — M. F. Müller, directeur de la mission autrichienne pour l'étude de la peste à Bombay, dépose son premier rapport.

Séance du 10 Février 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Schöbloch a déterminé d'une façon définitive la trajectoire de la comète découverte par Brorsen le 20 juillet 1847, à Altona. — M. O. Stolz : Explication sur les intégrales impropres, absolument convergentes.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Hann : Sur la température de la ville et du pays de Gratz. — M. E. Haschek a déterminé le spectre d'étincelles ultra-violet des éléments suivants : vanadium, rubidium, césium. — M. E. von Schweidler : Mesures sur les flammes et les gouttelettes servant d'électrodes. — M. O. Singer : Sur la polarisation galvanique des sels solides ou fondus. L'auteur étudie d'abord les courants de convection qui s'y produisent. Il décrit ensuite la marche de la polarisation quand la température s'élève vers le point de dissociation; la polarisation descend progressivement vers zéro, mais cette valeur nulle peut ne pas être atteinte si le sel est capable de se transformer par la température en une modification plus stable; la polarisation change alors brusquement. Il en est ainsi pour les nitrates qui se transforment en nitrites.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. J. Luksch donne des nouvelles de l'expédition scientifique de la Pola dans la mer Rouge.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Aimé Girard. — M. Aimé Girard, membre de l'Académie des Sciences, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, vient de mourir. La *Revue* entretiendra prochainement ses lecteurs de la vie et de l'œuvre considérable du regretté savant.

§ 2. — Physique

L'Exposition de la Société Française de Physique. — La réunion annuelle à laquelle les membres de la *Société Française de Physique* sont spécialement convoqués pendant les vacances de Pâques, comportait d'abord une visite à l'*Usine de la Compagnie Parisienne de l'air comprimé*, installation électrique dont les ingénieurs ont, avec la plus parfaite bonne grâce, fait les honneurs, le jeudi 14 avril. La disposition adoptée présente cette particularité d'être toute en hauteur; en montant d'abord plusieurs étages, on arrive aux soutes à charbon, dans lesquelles le combustible est amené par des ascenseurs; le transport doit bientôt être effectué par un appareil continu, reliant directement les soutes aux bateaux, amarrés au quai du canal Saint-Martin, en bordure duquel est construite l'usine. Un étage au-dessous se trouvent les générateurs Belleville, au nombre de quatre par machine, fournissant 1.000 kilos de vapeur à l'heure; en descendant encore, on arrive à la grande salle, contenant des machines de 1.100 chevaux à cylindres verticaux, actionnant des dynamos auxquelles on demande de 100 à 120 ampères sous 550 volts. L'inducteur est intérieur et le collecteur est formé par la surface cylindrique extérieure de l'induit qui le recouvre. La distribution se fait par un système à 5 fils, sous une tension de 100 volts, réglée au moyen de moteurs-générateurs insérés entre les extrêmes des feeders principaux. Les eaux sont épurées de façon à réduire autant que possible le dépôt dans les tubes des chaudières, par un procédé chimique tenu secret.

L'*Exposition*, qui s'est ouverte le vendredi 15 pour les membres, et qui s'est continuée le samedi 16 pour les savants étrangers à la Société et le public invité, fait le

plus grand honneur au Bureau de la Société et, en particulier, au secrétaire général, M. Pellat, à qui incombe presque complètement la tâche de l'organisation. Outre les appareils présentés aux séances de la Société dans la dernière année, et que nous ne mentionnerons que brièvement, pour éviter la redite des comptes rendus des séances, nous avons examiné avec intérêt plusieurs dispositifs nouveaux, dont nous signalerons les plus importants.

L'électricité, qui servait à l'éclairage, dans les lampes à courant alternatif de MM. Canu et fils, et de M. L. Bardou, était distribuée, pour les expériences, sous forme de courant alternatif, produit par un transformateur Labour, comportant un moteur rendu synchrone au courant du secteur. Cet appareil est construit, par la *Société de l'Eclairage électrique*, pour fournir normalement 2.500 watts, en prenant un courant alternatif, sous 110 volts, à une fréquence de 40, et rendant un courant continu de 18 ampères sous 140 volts, en tournant à 1.200 tours par minute. Nous notons spécialement, parmi les appareils industriels, les accumulateurs transportables Dinin, à bacs en celluloid, très légers, pour l'allumage des voitures automobiles. L'électrochimie est représentée par la cuve du Dr Tommasi pour la désargention électrolytique des plombs arseniteux; on électrolyse une solution de résistance extrêmement faible, acétate double de plomb et de sodium, qui ne donne pas naissance à du peroxyde de plomb, et on prend l'alliage argentifère lui-même pour anode; il y a deux anodes, en forme de quart de cercle, ayant 75 centimètres de rayon et 5 centimètres d'épaisseur; la cathode est un disque de bronze d'aluminium ou de fer nickelé, inattaquable, qui a 3 mètres de diamètre et 2 centimètres d'épaisseur. On fait tourner ce disque à 1 ou 2 tours par minute; le passage du courant y dépose le plomb, tandis que l'argent reste dans la cuve. Le prix de revient de la désargention par ce procédé serait environ trois fois moindre que dans les procédés chimiques actuellement en usage.

MM. Cotton et Weiss répètent une expérience qui met en évidence, d'une façon particulièrement élégante et simple, la variation de période que subit une source lumineuse placée dans un champ magnétique. M. Cot-

ton utilise le fait bien connu, que l'absorption qu'exerce une flamme de sodium sur une lumière émise par une autre flamme se manifeste par la présence d'un liséré noir bordant la première. Quand on place la seconde dans un champ magnétique, la période change; l'autre restant inaltérée, l'absorption cesse et le liséré noir disparaît, pour réparaître au moment où l'on rompt le courant. Le champ magnétique est produit par un électro-aimant, construit par l'Ecole pratique d'Industrie de Rennes sur les indications de M. Pierre Weiss. Le circuit magnétique est rectangulaire; deux côtés sont courts; les deux autres, dont l'un est coupé au milieu, portent les bobines; les axes de ces bobines sont dans un même plan horizontal et l'appareil est soutenu en porte à faux, ce qui facilite l'introduction d'un objet quelconque entre les pièces polaires. On peut, avec cet appareil, obtenir, sur une longueur de plus d'un demi-centimètre, un champ de 30.000 unités.

M. Doignon expose l'appareil de démonstration pour la correction des compas, de M. le commandant Guyon, et nous voyons fonctionner l'appareil de M. Bouty, pour la mesure des champs magnétiques.

M. A. Broca répète les expériences sur les décharges électriques dans le champ magnétique décrites par lui dans l'une des dernières séances, et qui présentent simultanément des apparences rectilignes et hélicoïdales, que l'auteur considère comme analogues aux mouvements des ions dans le phénomène de Zeeman. M. Sagnac montre la transformation des rayons X par diffusion et M. Hurmuzescu expose une série de photographies très intéressantes, sur le même sujet.

La radioscopie, représentée surtout par M. Radiguet, avait atteint, l'année dernière, des résultats qu'elle n'a guère dépassés; toutefois, nous lui devons plusieurs interrupteurs perfectionnés à marche régulière, et surtout le nouveau transformateur électrique à haute tension de MM. Wydis et O. de Rochefort-Luray. L'isolant est visqueux et un dispositif spécial évite le dépôt de carbone pulvérulent qui se produit généralement dans les carbures d'hydrogène; l'inducteur est un noyau de fer doux sur lequel s'enroule une double couche de gros fil de cuivre, à faible résistance, entourée d'un tube isolant. L'induit est composé d'une seule bobine, comportant 600 grammes de fil de cuivre de 0^{mm},16 de diamètre. Le condensateur n'a rien de particulier; le trempement est du genre Foucault. L'appareil donne des étincelles de 20 à 22 centimètres avec 6 volts et 3,3 ampères, soit environ 20 watts. M. Chabaud répète les très intéressantes expériences de M. Villard sur la constitution des rayons cathodiques.

Les oscillations électriques figurent avec les appareils de MM. Branly et Bose, construits par M. Ducretet; M. Carpentier présente aussi un modèle très élégant du deuxième dispositif, et M. Blondel un oscillateur Righi modifié. M. Lamotte expose l'appareil de M. Drude pour l'étude de l'absorption des ondes électriques; l'excitateur se compose de deux demi-cercles de cuivre épais terminés d'un côté par deux boules reliées à la bobine; les deux fils de ligne sont reliés par une partie circulaire placée au voisinage immédiat de l'excitateur, qui est plongé dans un isolant liquide; une cuve allongée permet d'étudier les ondes stationnaires dans les liquides; des condensateurs minuscules servent à déterminer la constante diélectrique par la méthode de Lecher; le résonnateur est un tube très sensible de Lecher.

M. de Heen a apporté des photographies représentant diverses actions des décharges: transformation de l'énergie électrique par transmission sous forme d'effluves; impressions photographiques obtenues sur une plaque voilée par l'électricité ne déterminant aucun phénomène lumineux (de la poudre de lycopode est inséable sur la plaque et s'éclaircit par contact avec le tube adducteur. Là où l'électricité est en mouvement, il y a dévoilage; là où elle est en repos, il y a accroissement). M. Jules Richard a construit des enregistreurs électriques avec transmetteur à distance auto-noteur;

le dispositif a été appliqué à une balance construite pour M. le Dr G. Weiss. Il consiste essentiellement en un petit moteur, dont la marche est renversée quand un taquet relié à l'appareil cesse d'appuyer sur un bouton pour presser sur un autre. M. Camichel a donné à son ampèremètre thermique la forme définitive d'un thermomètre, dont le réservoir est annulaire et allongé normalement à la tige.

Nous passerons de l'électricité à l'optique, avec la lampe à arc à mercure construite par M. Pellin pour MM. Pérot et Fabry; le mercure sert de pôle positif; un tube relié à la sphère qui le renferme soustrait les opérateurs à l'action même des vapeurs mercurielles. M. Pellin expose de plus la lunette faisant partie du dilatomètre à tangente, de MM. Le Chatelier et Coupeau, le photomètre symétrique de MM. Broca et Blondel, un grand prisme à angle variable et un héliographe de Campbell, modifié pour pouvoir servir sous toutes les latitudes. M. Joubin présente des plans optiques parfaits, un spectroscopie de Thollon et divers autres appareils.

M. Carpentier a perfectionné le tachéomètre Schrader en donnant à l'objectif un mouvement qui maintient automatiquement l'image de la mire dans le plan du réticule; on évite ainsi la grave cause d'erreur qui résulte du défaut de coïncidence des deux plans. Un réticule supplémentaire permet d'obtenir une précision relative plus grande pour les distances inférieures à 50 mètres. Nous voyons aussi l'appareil automatique à agrandissement dans lequel deux glis-ères, mues par les bras d'une querrre, maintiennent deux supports à des positions congnues par rapport à une lentille.

Nous remarquons enfin, dans divers ordres d'idées, une trompe soufflante de M. Berlemont, extrêmement simple et pratique, les tubes en acier étiré, sans soudure, pour l'oxygène, avec détendeur entièrement métallique, de MM. Dutremblay et Lugan, les récipients en cuivre doré, sphère et cylindre à robinet pointeau, ayant servi à M. Mathias pour l'étude calorimétrique complète des gaz liquifiés, les dispositifs ingénieux et simples de M. Guillaume, qui mettent en évidence les propriétés des aciers au nickel.

L'acétylène proteste silencieusement, mais non sans éclat, contre le discrédit où il est soudain tombé, dans les appareils de M. Gossart, à écoulement réglé par des tubes capillaires, et celui de MM. Létang et Serpollet, qui éclairaient une partie de l'Exposition au moyen du gaz produit par le carbure d'acétylène.

L'Acoustique et la Phonétique ont une part plus large que d'ordinaire avec les photographies de flammes du Dr Marage, dont les expériences ont eu des importants résultats relativement au langage des sourds-muets, et les appareils de M. l'abbé Rousselot et de M. Zünd-Buguet, attaché au Laboratoire de Phonétique du Collège de France. A noter plusieurs tambours inscripteurs modifiés, dont le tambour à double membrane, qui permettent d'éliminer une partie du son émis. Les mouvements de la langue et des lèvres sont transmis par l'intermédiaire de capsules de caoutchouc; des tiges convenablement placées permettent d'enregistrer les déplacements du larynx; enfin des embouchures reçoivent le courant d'air sortant de la bouche ou du nez.

Le samedi, quatre conférences: l'une de M. Ducretet, sur la Télégraphie hertzienne sans fils avec le tube radioconducteur de M. Branly et les dispositifs de M. E. Ducretet; la seconde de M. P. Morin sur la Relation entre l'aimantation des aiguilles aimantées et leur longueur; la troisième, de M. Hurmuzescu, sur la Nature du métal dans l'absorption et l'émission des rayons X; enfin la dernière de M. Camichel sur le contrôle des appareils électriques industriels, ont complété cette réunion dont le légitime succès a continué la faveur qu'avaient rencontrée les précédentes Expositions.

C. Raveau,

Préparateur au Laboratoire
d'Enseignement de la Physique à la Sorbonne.

§ 3. — Électricité

La distribution de l'énergie électrique en Allemagne. — A la dernière séance de la *Société internationale des Electriciens*, M. J. Laffargue a fait une intéressante communication sur la distribution de l'énergie électrique en Allemagne. Il a d'abord rappelé que les stations centrales étaient au nombre de 265, d'une puissance de 67.900 kilowatts, dont 204 à courants continus, 26 à courants alternatifs, 16 à courants polyphasés, 14 à courants polyphasés et continus. Au 1^{er} septembre 1897, il y avait en Allemagne 36 villes ayant une longueur totale de 957 kilomètres de voies de tramways et utilisant 21.165 kilowatts.

Il a ensuite donné quelques généralités sur les stations centrales, leurs dispositions spacieuses, leur aménagement, sur les canalisations toutes en terre et sur les canalisations intérieures qui laissent beaucoup à désirer. Puis il a examiné en détail les stations centrales de Francfort, de Cologne, de Düsseldorf, de Hambourg, de Berlin, de Leipzig, de Munich, de Nuremberg et de Strasbourg.

Il a terminé en donnant quelques prix de revient et quelques chiffres statistiques intéressants. A Francfort, le kilowatt-heure produit revient à 0 fr. 305 tous frais d'intérêt et d'amortissement compris. A Cologne et à Düsseldorf, ce prix est respectivement de 0 fr. 192 et 0 fr. 126, mais non compris l'intérêt et l'amortissement. Il faut compter environ une dépense de 3 kilos de charbon par kilowatt-heure produit, et le charbon coûte de 12 à 18 francs la tonne. Les prix de vente de l'énergie électrique varient de 0 fr. 08 à 0 fr. 10 l'hectowatt-heure pour l'éclairage, et de 0 fr. 025 à 0 fr. 03 pour la force motrice, avec des rabais pouvant atteindre jusqu'à 50 % suivant les cas.

§ 4. — Arts industriels

La Graphotypie. — On connaît le procédé, d'un usage universel dans le commerce, du *copie de lettres*, qui permet la reproduction instantanée et rapide des lettres, circulaires ou factures formant le courrier quotidien. Ce procédé nécessite l'emploi d'une encre spéciale pour l'écriture; il n'est donc pas applicable à la reproduction d'un imprimé ou d'un dessin quelconque. Nous nous sommes spécialement attaché à l'étude de ce dernier problème, et nous avons été assez heureux pour le résoudre au moyen d'une méthode analogue, que nous appelons la *graphotypie*.

La graphotypie se base sur les considérations suivantes : toute impression typographique, tout dessin fait à la main, reçoit habituellement, par l'action de la presse ou par la pression de la main, une quantité d'encre ou de matière colorante qui, bien que variable suivant les cas, se décompose en deux parties :

1^{re} Une partie *essentielle*, qui adhère au papier, le pénètre lentement, et, à la suite d'une action chimico-mécanique plus ou moins lente, s'accomplit, se combine au papier lui-même pour y demeurer éternellement fixée;

2^e Une partie *excédante*, sans action appréciable sur le papier, venant, pour ainsi dire, en surcroît, et apte à être enlevée ou absorbée mécaniquement, par dissolution, sans nuire d'ailleurs à la netteté et à l'essence même du *corpus scriptorum* sous-jacent.

Cette partie *excédante*, — qu'il s'agisse d'un imprimé ou d'un dessin, — peut varier d'épaisseur ou de pouvoir adhérent suivant la composition des encres ou des crayons employés et suivant la nature et le degré de porosité du papier; mais, dans tous les cas, elle peut devenir transportable après avoir été préalablement désagrégée puis mécaniquement absorbée.

Ce transport se fait au moyen d'un papier recouvert d'une préparation spéciale. Cette préparation consiste dans un mélange de pyroxaline, d'alcool, d'éther, d'essence de trébutène et d'huile de ricin; elle est étendue sur le papier, en couche homogène, et d'épaisseur

uniforme, au moyen d'un appareil spécial. Le papier ainsi préparé peut se conserver indéfiniment sans altérations.

Lorsqu'on veut s'en servir, on mouille légèrement la face sensibilisée avec un pinceau trempé dans un mélange d'éther, d'alcool et d'huile de ricin. On applique alors rapidement la surface humide sur le document à reproduire (fig. 1). On l'assure un contact intime par une légère pression. La préparation sensible, après avoir pénétré l'impression typographique ou le dessin, en absorbe la partie excédante, et l'image renversée ou *negative* du document vient se former sur le papier graphotypique (fig. 2). On enlève alors ce papier par l'un des coins après s'être assuré que le tirage est suffisant.

L'image ainsi obtenue est inaltérable et peut être conservée indéfiniment. Toutefois, on préfère généralement la transformer en image *positive*. L'opération consiste à rendre mobile la pâte sensible du papier graphotypique, de façon à permettre à l'image d'abandonner complètement son premier support pour se reporter sur une autre surface avec laquelle on la met en contact.

Pour cela, on verse rapidement sur la partie sensibilisée du négatif une quantité suffisante du liquide déjà décrit. Après avoir égoutté, on applique rapidement le papier, du côté où se trouve l'image, sur une autre feuille de papier non collé ou demi-collé. On exerce une légère pression pour assurer l'adhérence complète.

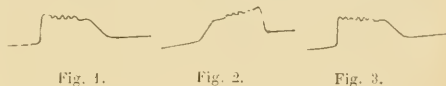


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 1, 2 et 3. — *Détail des opérations graphotypiques.*

Fig. 1. — Aspect de la figure à reproduire.

Fig. 2. — Aspect de l'image *renversée* ou *negative* que l'on aperçoit sur le papier graphotypique.

Fig. 3. — Aspect de l'image *positive* obtenue par report de l'image *negative*.

puis on sépare rapidement la feuille graphotypique de son nouveau support. Si l'opération a été bien conduite, l'image *negative* a disparu complètement de la face sensibilisée du papier graphotypique et se montre, *positive*, sur le papier de report (fig. 3). Ce report peut s'effectuer, non seulement sur papier, mais encore sur étoffe, sur bois, sur plâtre, etc.; si la surface choisie n'a pas le degré de porosité nécessaire, on l'enduit d'une couche de vernis spécial qui assure la possibilité du report.

L'extrême simplicité de l'outillage que'elle exige assure dès maintenant un grand nombre d'applications à la graphotypie.

G. Itasse.

Ingénieur-Chimiste.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Sur un nouveau faux Kola fourni par le « Ntaba » ou « Ndimb » des nègres du Soudan (*Cola cordifolia* Rob. Brown). — Tout ce qui, de loin ou de près, touche à l'histoire du Kola, présente un intérêt réel en raison de la diffusion de cette graine sur les marchés européens et de son large emploi thérapeutique. Sans vouloir rien ajouter, aujourd'hui, à ce que j'ai fait connaître sur cette graine officielle dans les *Annales de l'Institut colonial de Marseille*, t. 1, 1893, je crois devoir appeler l'attention des pharmacologistes sur la semence peu connue d'une espèce soudanaise, *Cola cordifolia* R. Br.², dont la forme et la couleur se

¹ Si l'on s'est servi, pour le transport, de papier graphotypique transparent, on obtient directement une épreuve positive en regardant l'image du côté opposé.

² Il n'y a plus de doute à formuler aujourd'hui sur la dénomination à appliquer à cette plante, qui a cependant été appelée *Sterculia cordifolia* par Cav. et décrite et dessinée sous ce nom dans *Flor. Seneg.*, t. 1, 79, t. 13. Je crois inutile de discuter les raisons qui ont porté Robert Brown (*Pl. Jar.*

rapprochent beaucoup de celles du *Cola acuminata* R. Br., sans en avoir les propriétés, comme je le démontrerai bientôt. Cette graine étant comme la miniature de celle du kola officinal, pourrait être confondue avec les variétés à petites graines de cette drogue végétale, et, à ce titre seul, elle mériterait, en dehors de l'intérêt botanique pur, d'être connue dans tous ses détails; c'est ce que je vais essayer de faire ici.

M. le Dr Rançon s'exprime ainsi qu'il suit au sujet du végétal qui nous occupe : c'est le seul auteur qui en ait donné une description quelque peu détaillée, après en avoir vu de nombreux spécimens sur place (Voyage d'exploration scientifique en Haute-Gambie, *Annales de l'Institut colonial de Marseille*, 2^e année, t. II, 1895) : « Le *N'taba* est un des plus beaux végétaux des régions de l'Afrique tropicale. On le reconnaît aisément à son tronc énorme, se dépouillant par plaques périodiques comme le platane, à ses feuilles excessivement larges¹ et à son fruit caractéristique. Ce fruit, qui vient à l'extrémité des rameaux, a la forme d'une gousse volumineuse, dont les valves charnues s'ouvrent à la pression par leur crête convexe. Son extrémité libre est terminée par un bec de 0^m,05 de long. La maturité de ce fruit se révèle par une couleur rouge clair qui ne laisse aucun doute sur cette maturité. Il renferme une douzaine de graines polyédriques entourées d'une pulpe jaunâtre savoureuse et excessivement parfumée². C'est un des meilleurs desserts que j'aie rencontrés au Soudan. Les gousses sont disposées par 3-5-7 sur un pédoncule très épais, à l'extrémité duquel elles rayonnent et auquel elles adhèrent fortement. Elles tombent rarement et, pour les cueillir, on est obligé de sectionner les rameaux qui les portent.

Cet arbre, aux proportions très élevées, s'est présenté à nous dans le Ouli, le Sandoungou, le Kanto-a, à Mac-Cutty, etc. Dans ces régions, c'est l'arbre préféré dans tous les villages, et son épais feuillage est recherché pendant les heures chaudes de la journée. Le *N'taba* habite de préférence les terres riches en humus et les terrains à latérite. On ne le trouve pour ainsi dire jamais sur les bords des marigots et pourtant il affectionne tout particulièrement les régions humides. Aussi est-il excessivement rare dans les régions sablonneuses et les steppes du Soudan. C'est surtout dans le sud de nos possessions qu'on le rencontre de préférence, dans le Sandoungou, le Ouli, le Konkoudougou, le sud du Diébédougou, le Damantou, le Niorolo, le pays des Coniagués, des Bursars, etc. Il se prête cependant assez volontiers à la culture dans les régions plus septentrionales du Soudan français. Ainsi, à Bamakou, M. le vétérinaire militaire Körper a pu acclimater ce végétal sur cette partie des bords du Niger. Le *N'taba* est peu utilisé par les indigènes; dès qu'ils sont mûrs, les fruits sont mangés avec avidité par les enfants. Dans certaines

régions, à Missira (Sandoungou) notamment, il m'a été dit que ces fruits étaient employés avec succès contre certaines diarrhées rebelles³; je n'ai jamais eu à le constater.

La graine de ce végétal m'est parvenue, sans les fruits, par les soins de M. le vétérinaire militaire Cazalbon, chef du service agricole au Soudan français, qui me l'adressa de Kati en un envoi suffisant pour une étude complète. Cette graine était sèche et se présentait sur deux états : enveloppée encore dans son spermodermis desséché comme la graine (fig. 1), et dépouillée de son spermodermis (fig. 2, 3 et 4). Entourée de son enveloppe, la graine mesure 2 centimètres de longueur sur 1 centimètre et demi de largeur et présente deux faces convexes, limitées par trois faces planes de contact avec les graines voisines de la même gousse. Le spermodermis desséché est coriace, membraneux, et appliqué intimement contre les cotylédons, dont il n'est séparé par aucune trace d'albumen. Mâchée, cette enveloppe possède une légère saveur sucrée, mais elle est surtout mucilagineuse, moins cependant que les cotylédons.

Ceux-ci, réunis par la base, se présentent, à l'état frais, sous l'aspect d'une masse de couleur jaune, mais passant, par la dessiccation, à la même couleur rouille qui est propre au kola officinal sec; leur ensemble pèse de 2 gr. 50 à 3 grammes quand ils sont secs.

Chaque cotylédon présente, à sa base (fig. 2), une scissure transversale perpendiculaire à la ligne suturale (que forment les bords des deux cotylédons en s'unis-

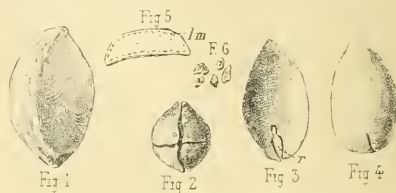


Fig. 1 à 6. — Graines du *N'taba* ou faux Kola.

Fig. 1. Graine sèche. — Fig. 2, 3 et 4. Graine dépouillée de son spermodermis, montrant les cotylédons. — Fig. 5. Coupe d'un cotylédon. — Fig. 6. Grains d'amidon.

sant); cette scissure correspond à la radicule (fig. 3, r) qui est comprise dans l'espace vide limité par les bords de la scissure. Cette particularité est absolument celle qui est propre à la graine de *Cola acuminata* et jusqu'ici je ne l'avais retrouvée dans aucune autre des nombreuses espèces de *Cola* que j'ai pu examiner. En outre, les cotylédons eux-mêmes rappellent par leur forme ovulaire ceux du kola officinal : leur face externe (fig. 4) est bombée; leur face interne, visible après rupture des attaches basilaires, est plane ou légèrement concave (fig. 3, a) au centre, et de couleur rouillée, leurs bords sont assez tranchants. A la coupe transversale, chaque cotylédon égal à son congénère présente, à l'état sec, une coupe quadrangulaire ou plan convexe (fig. 5), de couleur blanc jaunâtre, sur laquelle on distingue, même à l'œil nu, des lacunes mucilagineuses, disséminées dans tout le parenchyme, mais plus discrètement au centre qu'à la périphérie. Ces lacunes, de nature leïso-gène, sont plus nombreuses et plus larges sur l'épiderme des deux faces, où elles se montrent très apparentes et disposées en séries parallèles à cet épiderme (fig. 3, lm). La coupe, examinée au microscope, présente

rar., 237) à la classer dans le genre *Cola* sous le nom de *Cola cordifolia*. Oliver, qui la place, mais avec doute, dans le *G. Sterculia* (*Flora of tropical Africa*, t. I, p. 217), est obligé, pour l'y maintenir, de lui laisser planer le même doute sur l'existence d'un albumen dans la graine, la présence de cet organe étant un des caractères du genre *Sterculia*; or, il n'est pas douteux, comme il est dit R. Brown et comme j'ai pu le constater moi-même, que cet albumen fait défaut dans le *Cola cordifolia*. Quant à la manière d'être des anthères très divariquées, elle est bien celle du genre *Cola*. La description de Guill-min et Perrotet, en ce qui touche la graine, non figurée par ces auteurs, est incomplète et c'est de cette lacune qu'est venu le doute qui a régné sur cette espèce dans l'esprit des botanistes. Il ne peut plus en exister aujourd'hui.

¹ J'ai dit dans ma *Monographie des Kolas africains* (loc. cit.), que ces feuilles servent à envelopper les graines du vrai Kola dans les paniers spéciaux employés à cet usage par les indigènes de la côte occidentale d'Afrique; leurs grandes dimensions et leur épaisseur permettent de les employer à entourer de grandes quantités de graines et d'en empêcher ainsi la dessiccation durant les transports qu'elles subissent à de grandes distances.

² Cette pulpe est constituée par l'arille de la graine.

³ Il est probable que cet emploi s'applique bien plutôt aux graines qu'aux fruits; les premiers, à raison de leur richesse en matière mucilagineuse, pourraient justifier cette application au traitement des diarrhées et des dysenteries au même titre que nous employons pour le même objet en Europe la graine de lin en décoction.

un épiderme nu, sans stomates, il y en a, au contraire, dans la graine de *Cola acuminata*), dont les cellules renferment une masse colorée en jaune. Celle-ci fait défaut seulement dans quelques cellules; elle est condensée dans la graine sèche en une masse solide, remplissant chaque cellule épidermique, insoluble dans l'alcool et dans l'éther sulfurique (ce dernier corps faisant seulement passer la couleur jaune pâle à la couleur jaune orange), mais soluble dans le chloroforme et l'éther de pétrole.

Dans le parenchyme cotylédonaire, on trouve, comme dominantes, des cellules remplies de grains d'amidon très petits, simples ou composés et de dimensions et de formes variées (fig. 6). En outre, on voit disséminées sans ordre dans ce parenchyme ou réunies soit en séries, soit en masses compactes, d'autres cellules en plus petit nombre qui contiennent les mêmes masses jaunes que nous venons de voir dans l'épiderme. Voici, maintenant, les résultats de l'analyse chimique qu'a bien voulu faire de cette graine, sur ma demande, mon ami le professeur Schlaudenhaufen, directeur de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Nancy :

Extrait à l'éther de pétrole	1,260
— au chloroforme	0,216
— à l'alcool {	Sucre interverti 0,520
	— obtenu directement 0,624
	Autres matières 8,132
Matières albuminoïdes	9,800
Incinération (sels)	5,322
Différence (ligneux, mucilage, cellulose et pertes)	73,630
	100,000

« Les opérations ont été faites d'après les méthodes classiques. L'éther de pétrole a été employé, en premier lieu, pour enlever une matière grasse jaune orangé qui, après un repos prolongé et évaporation complète au bain-marie, présente quelques cristaux aiguillés soyeux. Son point de fusion est de 36°. L'acide sulfurique concentré le colore en brun à la longue; additionné d'un peu de chlorure ferrique et d'éther ou de chloroforme, la coloration ne change pas; il ne se produit pas trace de teinte violette, donc absence de *cholestérine*. L'acide nitrique concentré ne fournit pas de changement de teinte.

« L'épuisement par le chloroforme donne encore une certaine quantité de même matière grasse jaune, comme nous l'avons obtenue précédemment, ce qui indique que le premier épuisement par l'éther de pétrole n'avait pas été complètement achevé. En reprenant le résidu chloroformique par l'eau bouillante et traitant le liquide aqueux par le chlorure et l'ammoniaque, on n'obtient pas trace de coloration violette. D'un autre côté, une partie de la solution aqueuse évaporée au bain-marie et additionnée d'une petite quantité d'acide chlorhydrique, a été concentrée et réduite à sécher. L'addition de chlorure et d'ammoniaque n'a pas révélé la moindre coloration, jaune d'abord, et violette ensuite; caractère négatif qui exclut, par conséquent, la présence de la caféine dans la graine.

« L'alcool fournit une solution brun foncé qui contient une minime quantité de sucre, dont une partie consiste en saccharose, puisque la liqueur de Fehling ne se réduit qu'après ébullition préalable de la solution avec de l'acide chlorhydrique. Quant au reste du produit de l'épuisement, il ne contient pas d'alcaloïde ni de matière capable de produire le moindre effet physiologique sur la grenouille ou le cobaye. Cet extrait alcoolique est donc sans intérêt.

« Les cendres ont été obtenues par incinération d'une

partie de la matière restante, qui nous a donné un résidu salin blanc, infusible, contenant les sels que l'on rencontre généralement dans les graines : il n'y a pas de lithine. Le poids du ligneux et de la cellulose a été obtenu par différence.

« Le point important de cette analyse c'est l'absence complète de *caféine*, substance très facile à déceler et que nous aurions dû retrouver dans l'extract chloroformique ou, à défaut, dans l'extract alcoolique. Malgré nos essais variés en vue d'obtenir de cette graine un composé analogue à la *kolanine* qui se trouve dans la noix de kola, nous ne sommes arrivés à aucun résultat. »

Comme on le voit et comme je l'ai dit au début de cette note, le kola spécial que nous étudions ici, bien que rappelant à l'état sec, par sa forme extérieure et sa couleur, la graine du *Cola acuminata* (sauf réserve faite en ce qui touche aux dimensions) ne renferme aucun des principes actifs qu'on recherche dans les préparations ayant pour base le *Kola officinal*. Il convient donc de ne pas le confondre avec les graines de kola de petites dimensions, et l'attention des pharmaciens doit être tournée de ce côté. Cependant, la graine de *Cola cordifolia* ou *Ntaba* pourrait efficacement remplacer la graine de lin, en raison du mucilage qu'elle renferme en abondance.

D^r E. Heckel,

Directeur de l'Institut colonial de Marseille.

§ 6. — Universités

Enseignement spécial pour les voyageurs.

— On sait que le Muséum d'Histoire naturelle organise, depuis plusieurs années déjà, des cours spéciaux pour les voyageurs. Voici, pour 1898, le programme de ces leçons :

21 avril.	Leçon d'ouverture . . .	M. MILNE EDWARDS.
23 —	L'homme dans ses rapports zoologiques . . .	M. HAMY.
26 —	L'homme dans ses travaux et son industrie . .	M. VERNEAU.
28 —	Mammifères	M. E. OUSTALET.
30 —	Oiseaux	M. E. OUSTALET.
3 mai.	Reptiles et Poissons . .	M. L. VALENT.
5 —	Mollusques	M. DE ROCHEBRUNE.
7 —	Vers et Zoophytes . . .	M. E. PERRIER.
10 —	Crustacés, Arachnides, Myriapodes	M. BOUVIER.
12 —	Insectes	M. CH. BRONGNIART.
14 —	Anatomie comparée . .	M. H. FILHOL.
17 —	Plantes phanérogames .	M. E. BÉTRAU.
21 —	Plantes cryptogames . .	M. MOROT.
24 —	Plantes vivantes . . .	M. BOIS.
26 —	Géologie	M. ST. MEUNIER.
28 —	Minéralogie	M. LACROIX.
31 —	Paléontologie	M. BOULE.
2 juin.	Hygiène des Voyageurs .	M. GRÉHANT.
4 —	Météorologie	M. H. BEQUEREL.
7 —	Détermination du point en voyage. Notions sommaires de géodésie et de topographie . . .	M. BIGOURDAN.
9 —	Des divers modes d'impression des clichés photographiques . . .	M. DAVANNE.
11 —	La photographie dans la construction des cartes et plans . . .	M. le commandant JAVARY.

Dans des Conférences pratiques, faites dans les laboratoires ou sur le terrain, les auditeurs seront initiés à la récolte ou à la préparation des collections, aux relevés photographiques, à la détermination du point en voyage et à des notions sommaires de Géodésie et de Topographie.

LUMINESCENCE ET RAYONS X

Certaines substances, particulièrement les platino-cyanures de potassium, de baryum, s'illuminent dans l'obscurité, au voisinage d'une ampoule de Crookes traversée par la décharge électrique. C'est ce phénomène que Röntgen a signalé d'abord, pour démontrer l'existence des rayons X issus de l'ampoule à vide. C'est cette *transformation des rayons X en lumière* qui permet d'observer les silhouettes des os et des organes internes du corps humain sur des écrans enduits de composés chimiques convenables.

Un de ces écrans, recouvert de platino-cyanure de baryum, par exemple, s'illumine encore dans la région obscure située au delà du violet dans le spectre de l'arc électrique. Il transforme alors en lumière visible, jaune et verte, certains rayons ultra-violet invisibles comme il transformait tout à l'heure les rayons X. L'expression de *fluorescence*, due à Stokes, s'applique indifféremment à ces deux espèces de transformation de radiation.

Ed. Becquerel a montré autrefois que les fluorescences des platino-cyanures se prolongent pendant quelques millièmes de seconde après que les rayons ultra-violet ont cessé de les exciter. Cette durée totale de l'émission lumineuse s'élève progressivement avec l'azotate d'urane, puis le corindon, le verre, le spath, jusqu'à un tiers de seconde.

L'aragonite, qui vient d'être exposée au soleil, luit dans l'obscurité pendant une vingtaine de secondes; le diamant, la colophane, pendant plusieurs heures. Enfin, certains sulfures de calcium et de strontium émettent une lumière propre pendant trente heures, à la suite d'une vive insolation; longtemps après, ils peuvent luire de nouveau si on les chauffe (Ed. Becquerel). Ces derniers phénomènes, désignés sous le nom de *phosphorescences*, ne paraissent différer des fluorescences que par leur plus grande durée¹. Il est dès lors commode de désigner, sous le nom général de *luminescence* employé par E. Wiedemann, toute transformation de radiations lumineuses d'une couleur en une autre,

sous l'influence de la matière, quelle que soit la durée du phénomène.

L'expression de *radio-luminescence* pourra désigner l'émission de lumière sous l'influence des rayons X.

Dans le cas du platino-cyanure de baryum, cette émission se prolonge pendant une fraction de seconde après que les rayons X ont cessé d'exciter le sel. La luminescence de certains sels de calcium subsiste plus longtemps; parfois la chaleur l'augmente et en fait changer la couleur, comme dans les expériences d'Edmond Becquerel sur les sulfures de calcium insolubles.

D'une manière générale, les phénomènes de radio-luminescences présentent les mêmes particularités que les luminescences provoquées par des rayons lumineux visibles ou ultra-violet. D'après les expériences de Stokes, la période de vibration et la longueur d'onde sont toujours plus petites pour les rayons lumineux excitateurs que pour les rayons transformés; par exemple, ce sont des rayons lumineux ultra-violet qui se transforment, sur le platino-cyanure de baryum, en lumière jaune et verte.

Les rayons X, qui se transforment de même, ne sont-ils pas aussi des rayons ultra-violet? S'il en est ainsi, leur propagation rectiligne très parfaite, sans réfraction, ni diffraction, doit tenir à l'extrême rapidité de leurs vibrations — au moins cent fois plus rapides que celles de la lumière verte, si l'on se reporte aux résultats obtenus par Gouy². C'est à la même cause qu'on peut attribuer les insuccès des tentatives faites pour polariser les rayons X.

La lumière, émise sous l'influence des rayons X par un cristal de platino-cyanure, est polarisée comme si le même cristal était illuminé par l'action de la lumière ultra-violet³. Mais le phénomène paraît indépendant de la polarisation des rayons X: de même que le cristal polariserait la lumière par absorption, il la polarise ici par émission.

En somme, les rayons X ne semblent présenter de propriétés positives analogues à celles de la lumière qu'au moment où ils excitent des lumi-

¹ Il convient de rappeler ici la découverte, due à H. Becquerel, de nouvelles radiations invisibles émises pendant plusieurs mois, sans affaiblissement notable, par les sels d'uranium et surtout par l'uranium, toujours maintenus à l'obscurité. Jusqu'à présent, il ne semble pas y avoir de limite à la durée de ces phénomènes, pour lesquels S.-P. Thompson a proposé le nom d'*hyperphosphorescence*. Nous ignorons d'ailleurs s'il y a ici réellement transformation de radiations ou simplement radiation spontanée en vertu d'un mécanisme nouveau. Toujours est-il que ces remarquables *rayons uraniques* sont, par leurs propriétés électriques, assez voisins des rayons X.

² Voyez *Comptes Rendus*, t. CXXII, p. 4497 et t. CXXIII, p. 43.

³ Nous avons reconnu le fait en observant, à travers un analyseur biréfringent, la lumière émise normalement par une face plane d'un cristal de platino-cyanure excité par les rayons X. Avec le platino-cyanure de potassium et de lithium, l'une des deux images données par l'analyseur est bleuâtre et à son minimum d'intensité quand l'autre est rougeâtre et à son maximum d'intensité. Les intensités et les colorations des deux images s'invertissent quand on tourne de 90° soit le cristal, soit l'analyseur.

nescences, ou bien impressionnent des préparations photographiques; et la seconde propriété est sans doute, elle-même, liée à la première.

Les platinocyanures de baryum, de potassium, le tungstate de calcium et un grand nombre de substances transforment les rayons X en rayons lumineux visibles, dont la couleur dépend de la matière qui les émet. Avec le spath fluor, Winkelmann et Straubel ont pu transformer les rayons X en rayons lumineux invisibles, dont la place est vers l'extrémité du spectre ultra-violet actuellement connu.

Une question se pose alors: Pouvons-nous transformer les rayons X en rayons présentant des caractères intermédiaires entre les rayons ultra-violets du spath fluor et les rayons X issus du tube à vide; pouvons-nous combler le fossé qui sépare actuellement les rayons X des rayons lumineux connus?

Le problème est encore loin d'être résolu. Mais il est déjà établi que toute substance capable d'absorber les rayons X les transforme en même temps en nouveaux rayons qui sont très voisins des rayons X et qui semblent, d'autre part, se rapprocher, par certains caractères, des rayons ultra-violets extrêmes.

C'est ce que nous nous proposons d'exposer ici en résumant nos recherches sur ce sujet.

Il est aisé de montrer la dissémination des rayons X, qui viennent frapper une substance quelconque: un écran au platinocyanure de baryum *ee* (fig. 1), protégé par un écran de plomb *EE* contre l'action directe des rayons X, s'illumine vivement dès qu'on interpose sur le trajet des rayons X un corps quelconque *M*, la main de l'opérateur, par exemple. L'illumination de l'écran *ee* est particulièrement vive si *MM* est une

Fig. 1. — Dissémination des rayons X venant frapper une substance quelconque. — *l*, lame focus du tube producteur de rayons X; *EE*, écran de plomb destiné à arrêter les rayons X; *MM*, miroir de zinc ou plaque solide quelconque exposée aux rayons X; *ee*, écran au platinocyanure de baryum recevant les rayons émis en tous sens par la plaque *MM*.

grande lame d'un métal tel que le zinc. On peut employer ainsi un miroir *MM* très bien poli sans pouvoir constater la réflexion des rayons X: chaque point de la surface du métal rayonne dans toutes les directions jusque dans le plan du miroir dont le prolongement se trouve dessiné sur l'écran *ee*

par la ligne de séparation *z* de l'ombre et de la lumière¹.

Il y a ainsi une nappe plane *Z* de rayons rectilignes envoyés par la tranche du miroir; cette nappe n'est pas déviée quand on interpose sur son trajet un mince prisme de paraffine. Voilà des rayons qui se présentent à nous à la manière des rayons X. Ils se propagent, en ligne droite et sans réfraction sensible, à partir de la lame métallique *MM* frappée par les rayons X, comme les rayons X eux-mêmes se propagent à partir de la lame focus de platine *l*, qui, dans le tube de Crookes, reçoit les rayons cathodiques.

Une plaque photographique ordinaire, mise à la place de l'écran *ee*, est impressionnée par les rayons issus du zinc, du cuivre, etc., comme si elle recevait des rayons X.

Enfin, nous pouvons remplacer l'écran luminescent ou la plaque photographique par un électroscope (fig. 2) dans la cage duquel les rayons émis par *MM* pénètrent à travers une toile métallique ou une mince feuille d'aluminium battu qui la ferme électriquement. Avec un bon tube focus et une lame de zinc *MM*, on fait ainsi disparaître en une seule seconde

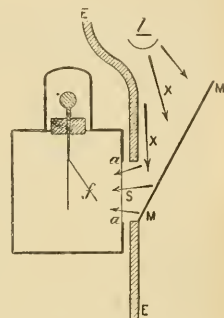


Fig. 2. — Autre expérience de dissémination des rayons X. — *l*, *EE*, *MM* ont la même signification que dans la figure 1; *f*, feuille d'or d'un électroscope à une feuille dans laquelle les rayons X pénètrent à travers la feuille *aa* d'aluminium battu.

une grande déviation de la feuille d'or *f*. Ces expériences réussissent particulièrement avec les métaux lourds. La sensibilité de la méthode électrique permet de reconnaître que tous les corps sont actifs. Est-ce à dire que les différents corps diffusent des rayons X?

La lame de zinc *MM* projette bien sur l'écran *ee* la silhouette de la main appliquée contre l'écran; mais les os n'apparaissent pas, bien que la lumière émise par l'écran puisse être très vive: les rayons émis par *MM* n'ont pas traversé les chairs; ils sont moins pénétrants que les rayons X incidents et ressemblent par là aux rayons X issus d'un tube de Crookes, où la raréfaction n'est pas très

¹ La même émission en tous sens par le miroir se présente si l'on cherche à faire réfléchir les rayons X sur un bain de mercure, même sous une incidence assez rasante (à 75° par exemple). Ce sont là cependant des conditions très favorables au phénomène de réflexion régulière.

avancée (*tube doux*, selon le terme usité par Röntgen).

Ces rayons sont d'ailleurs de qualités très différentes suivant le corps qui les émet. Ainsi, un corps léger comme l'aluminium produit sur l'écran *ee* (fig. 1) une illumination d'intensité inférieure, mais comparable à celle que donne le zinc; l'action de l'aluminium sur l'électroscope est, au contraire, beaucoup plus faible que celle du zinc.

Nous pourrions alors penser qu'il s'agit là d'une diffusion colorée : certains des groupes divers de rayons X dont se composerait le faisceau incident total seraient diffusés plus particulièrement par tel ou tel corps. Mais cette hypothèse n'est pas conforme aux faits.

Si les rayons X étaient simplement *séparés*, sans être transformés, il serait indifférent de les filtrer à travers un même corps absorbant, soit avant, soit après leur diffusion. C'est justement ce qui n'arrive pas.

Plaçons entre la lame focus *l* et le zinc MM de la figure 1 ou de la figure 2 une feuille d'aluminium d'épaisseur 0^{mm},3, par exemple. Si la même feuille d'aluminium est ensuite transportée entre MM et l'écran de plomb EE, l'action rayonnante de MM sur l'écran luminescent, sur la plaque photographique ou sur l'électroscope est beaucoup plus faible que dans le premier cas. Il faut donc conclure que les rayons du zinc sont des rayons nouveaux analogues aux rayons X, mais beaucoup plus absorbés par l'aluminium que les rayons X, dont ils sont la *transformation*. Nous les appellerons des rayons *secondaires*, pour indiquer que ces nouveaux rayons prennent naissance quand les rayons X rencontrent la lame MM, de même que les rayons X prennent naissance quand les rayons cathodiques rencontrent la lame focus *l* du tube à vide.

La transformation des rayons X en rayons *secondaires* se produit sur une matière quelconque. C'est une sorte de radioluminescence comparable, à certains égards, à une luminescence de courte durée : les rayons secondaires diffèrent des rayons X incidents par leur moins grand pouvoir de pénétration, comme la lumière jaune et verte émise par le platineocyanure de baryum diffère, par ses plus grandes longueurs d'onde, des rayons ultra-violet qui l'excitent.

II

Mais d'où vient que les rayons X ne peuvent rencontrer les particules d'un corps quelconque sans éprouver une absorption et une transformation en rayons secondaires?

On doit à G. G. Stokes une comparaison très frappante entre les phénomènes d'absorption et

les phénomènes de résonnance : quand un corps absorbe une radiation qu'il est susceptible d'émettre, quand, par exemple, une flamme chargée de sel marin absorbe énergiquement la lumière jaune émise par une flamme semblable, chaque particule absorbante de la première flamme se comporte comme une corde de piano qui résonne sous l'influence d'une note de musique émise dans le voisinage.

Nous pourrions supposer alors que les particules d'un corps luminescent résonnent sous l'influence des vibrations qui les excitent. Cela rend compte de l'absorption ; mais pourquoi les radiations émises par luminescence diffèrent-elles des radiations incidentes?

Pour saisir le mécanisme de ce changement de période vibratoire qui caractérise la luminescence, il faut d'abord nous souvenir que la période vibratoire n'a de sens très précis que dans le cas où la vibration s'effectue comme l'oscillation d'un pendule dont l'écart maximum demeure invariable. Si l'amplitude de la vibration varie avec le temps, le mouvement vibratoire n'a plus de période définie ; il en a au moins deux : ainsi, le son d'une cloche convenablement ébranlée paraît à l'oreille avoir une période bien définie et une intensité alternativement croissante et décroissante ; cela tient à l'imperfection de l'organe de l'ouïe, qui ne peut distinguer entre les deux sons simples très voisins dans lesquels on peut décomposer le son de la cloche, et qui produisent des *battements* réguliers à la manière de deux diapasons imparfaitement réglés à l'unisson.

La cause de variation d'amplitude la plus générale est l'*amortissement* : si un pendule oscille librement, les frottements qu'il éprouve de la part des supports ou de l'air ambiant finissent tôt ou tard par l'arrêter, après avoir affaibli progressivement l'amplitude de ses oscillations.

De même, la résistance électrique d'un conducteur peut *amortir* beaucoup les oscillations de l'électricité qui cherche à reprendre sur le conducteur sa position d'équilibre. Si le conducteur a *résonné* électriquement sous l'action d'une source d'oscillations électriques, il *émet* maintenant une oscillation électrique amortie ; le calcul montre que les vibrations électriques émises par le résonateur forment une sorte de spectre continu dans lequel le maximum d'énergie correspond à une vibration simple de période *plus longue* que la période de la vibration excitatrice. La loi de Stokes, ainsi précisée, s'applique à cette sorte de *luminescence électromagnétique*.

Pour voir dans ce phénomène de résonance électrique plus qu'une simple analogie avec la luminescence, il faut transporter la propriété de la

résistance électrique de la matière prise en masse aux éléments de matière qui constituent les sources rayonnantes. C'est là une pure hypothèse.

Il y a une cause d'amortissement en dehors de toute hypothèse de ce genre: c'est l'*amortissement par émission*: quand un système vibrant se trouve à proximité d'un résonateur, il éprouve de la part du résonateur une réaction d'autant plus énergique que l'unisson est plus exactement réalisé; de là un amortissement parfois très rapide du système vibrant et un changement corrélatif des périodes. C'est pour cela que la caisse de résonance d'un diapason ne doit pas être accordée très exactement à l'unisson du diapason.

Or, le milieu extérieur à tout système vibrant emprunte de l'énergie vibratoire au système à la manière d'un résonateur¹. Rien n'empêche d'admettre que cet amortissement par émission est particulièrement intense pour les vibrations rapides qui peuvent constituer les rayons X.

Si les rayons X émis par la lame de platine qui reçoit le choc des rayons cathodiques sont formés de vibrations fortement amorties, une nouvelle manière d'expliquer la transformation générale des rayons X en rayons secondaires se présente immédiatement.

Nous pouvons supposer qu'une particule matérielle pp' (fig. 3) diffracte en un point quelconque M les rayons X qu'elle reçoit comme un obstacle matériel diffracterait un ébranlement aérien. Or, une vibration amortie tombant sur pp' atteint le point M dès qu'elle a parcouru le chemin pM . Mais, quand le mouvement diffracté suivant pM est éteint par suite de son amortissement, le point M reçoit encore pendant un certain temps l'ébranlement diffracté suivant le chemin plus long $p'M$. L'ébranlement diffracté en M dure ainsi plus longtemps que l'ébranlement incident; il est donc *moins amorti* après diffraction; les périodes des mouvements pendulaires dans lesquels on peut décomposer le mouvement diffracté ne sont plus identiques aux

Fig. 3. — XX, rayons de Röntgen qui tombent sur la particule pp' ; M, point qui reçoit les rayons X diffractés suivant pM et $p'M$ par la particule pp' .

Fig. 4. — Production des rayons tertiaires. — MM, miroir métallique qui reçoit les rayons X issus de la lame focus I; EE, écran de plomb qui arrête les rayons X, et dont l'ouverture laisse passer les rayons secondaires S issus de MM; M'M', second miroir métallique qui reçoit les rayons secondaires S; PP, plaque photographique qui reçoit les rayons tertiaires TT émis par M'M'; Z et Z', nappes planes des rayons S et des rayons T envoyés suivant les tranches de MM et de M'M'; z et z', traces de Z et de Z' sur la plaque photographique PP.

périodes du mouvement incident; dans ce sens, le phénomène est comparable à une luminescence, bien que ce soit, à proprement parler, une diffraction.

De toutes manières, la généralité de ce fait que les rayons X sont toujours absorbés et transformés en partie, par les particules d'une matière quelconque, en rayons secondaires moins pénétrants, tiendrait à l'extrême rapidité des ébranlements de l'éther qui constitueraient ces nouveaux rayons. Une résonance amortie ou une diffraction d'ébranlements amortis isolés rendraient compte de la transformation des rayons X par les particules des corps.

III

Nous pouvons alors nous proposer de transformer à leur tour les rayons *secondaires* en rayons *tertiaires*, qui diffèrent des rayons secondaires comme ceux-ci diffèrent des rayons X. C'est justement ce qui arrive.

Entre une plaque photographique PP (fig. 4) et le

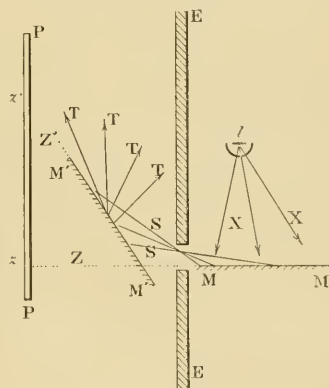


Fig. 4. — Production des rayons tertiaires. — MM, miroir métallique qui reçoit les rayons X issus de la lame focus I; EE, écran de plomb qui arrête les rayons X, et dont l'ouverture laisse passer les rayons secondaires S issus de MM; M'M', second miroir métallique qui reçoit les rayons secondaires S; PP, plaque photographique qui reçoit les rayons tertiaires TT émis par M'M'; Z et Z', nappes planes des rayons S et des rayons T envoyés suivant les tranches de MM et de M'M'; z et z', traces de Z et de Z' sur la plaque photographique PP.

métal MM qui lui envoie des rayons secondaires S, plaçons un miroir métallique M'M'. La nappe plane Z de rayons S ne se réfléchit pas sur M'M'. Mais le métal M'M' émet à son tour des rayons T jusque dans son plan Z', dont la trace z' sur PP marque la limite de l'impression photographique. Ces rayons tertiaires traversent les différents corps plus difficilement encore que les rayons secondaires. Il est facile de les obtenir en prenant pour

¹ Cette comparaison entre le milieu indéfini et une caisse de résonance résulte assez naturellement des recherches de M. Brillouin « sur les vibrations propres d'un milieu indéfiniment étendu extérieurement à un corps solide ». *Comptes Rendus*, t. CXXVII, p. 94; *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXX, p. 245 (1893).

corps diffusant M'M' une matière aussi légère que l'aluminium, tandis que la photographie n'enregistrerait que difficilement une diffusion des rayons X sur l'aluminium.

Quand la plaque photographique PP est près de toucher le bord de M'M', l'action photographique des rayons tertiaires T peut atteindre ou même dépasser l'action des rayons secondaires S. Cela tient à l'absorption plus énergique qu'ils éprouvent dans l'épaisseur de la couche sensible.

IV

La même remarque doit être faite au sujet de l'action des rayons secondaires, comparée à celle des rayons X.

Il est aisé de comprendre que l'énergie des rayons S, et *a fortiori* des rayons T, est faible en comparaison de celle des rayons X excitateurs : Faisons, en effet, tomber les rayons X sur une feuille métallique MM (fig. 1 et 2). Nous pouvons réduire l'épaisseur de MM jusqu'à une très faible valeur sans affaiblir l'émission des rayons S. Pour l'or, par exemple, *e* n'atteint guère qu'un demi-millimètre de millimètre. Une couche aussi mince n'intercepte qu'une petite fraction de l'énergie des rayons X qu'elle reçoit.

Cette mince couche *e* rayonne en avant des rayons secondaires S, et, par sa seconde face, d'autres rayons secondaires S'. Si l'épaisseur de la feuille MM augmente, la seconde face emporte avec elle sa couche active *e* et continue à rayonner des rayons secondaires *par transmission*. Quand l'épaisseur de MM est supérieure à $2e$, les deux couches actives des deux faces sont séparées par une certaine quantité de matière qui ne peut rien rayonner au dehors. Les rayons secondaires qu'émettrait une particule quelconque de cette masse profonde, si la masse MM était coupée près de cette particule, sont absorbés par la matière comprise dans une sphère de rayon *e* dont cette particule occupe le centre.

Il est assez naturel de supposer que ce rayonnement interne, ainsi étouffé par absorption, est devenu tertiaire, quaternaire..., peut-être lumineux, et enfin s'est transformé en chaleur. Les expériences récentes de M. Dorn nous apprennent, en effet, qu'il y a échauffement du métal sous l'influence des rayons X qu'il absorbe. Il est à souhaiter qu'on puisse se servir de cet échauffement pour mesurer *bolométriquement* l'intensité des rayons X transmis par les différents corps. Peut-être parviendra-t-on ainsi à éliminer d'importantes causes d'erreur qui tiennent à la production de rayons secondaires par transmission. Nous ne citerons à ce sujet qu'une des conséquences les plus frappantes de l'émission secondaire :

Un système de deux lames minces A et B peut diffuser par transmission dans l'ordre (AB) des rayons secondaires beaucoup plus intenses que dans l'ordre inverse (BA). Le système disposé sur une plaque photographique paraît alors, dans le premier cas, plus transparent pour les rayons X que dans le second cas. Par exemple, avec une feuille de papier noir et une mince feuille d'étain, on constate que le système (papier noir, étain) est plus transparent que le système (étain, papier noir) disposé à côté du premier sur la même plaque photographique. Cette anomalie tient à ce que le papier noir absorbe notablement les rayons secondaires d'une feuille d'étain qui le touche, tandis qu'il absorbe fort peu les rayons X.

V

Cela nous amène à parler de l'absorption des rayons secondaires par l'air.

Disposons une pellicule photographique suivant un plan incliné ou un cylindre qui touche, suivant une droite, la surface plane d'un métal, et faisons tomber des rayons X sur le métal à travers la pellicule. A l'action photographique des rayons X se superpose l'action des rayons secondaires émis par le métal. Près de la surface du métal, cette action secondaire peut égaler ou même dépasser l'action des rayons X eux-mêmes. Mais l'action secondaire diminue et devient faible par rapport à celle des rayons X, dès que la région considérée de la pellicule sensible est séparée du métal par une épaisseur d'air de quelques millimètres. Certaines particularités indiquent même que le métal émet deux ou plusieurs groupes principaux de rayons secondaires, inégalement absorbés par l'air, et qui sont à leur tour transformés par l'air lui-même.

On sait que l'air absorbe, bien moins d'ailleurs, les rayons X et cette absorption est élective. En même temps, il les dissémine, comme l'a si bien montré Röntgen. Nous pouvons répéter avec l'air les expériences relatives aux rayons secondaires produits par transmission à travers une mince feuille métallique et faire agir les rayons secondaires de l'air sur l'écran luminescent, sur la plaque photographique ou enfin sur l'électroscope. Comme il était probable *a priori*, l'air ne se comporte pas autrement que les corps solides, il ne dissémine pas simplement les rayons X, il les transforme, bien moins profondément, il est vrai, que les corps plus denses.

Entre l'air qui diffuse en masse et l'or qui diffuse seulement dans une couche de un demi-micron d'épaisseur, on peut placer, par exemple, l'aluminium, dont la couche active a 1 millimètre au

moins d'épaisseur et des corps très transparents comme la paraffine, l'eau. On peut comparer la radioluminescence des corps lourds à la diffusion épipolique d'Herschel (fluorescences superficielles des dissolutions de sulfate de quinine ou d'esculape, par exemple). La production de rayons secondaires dans toute la masse d'un corps transparent rappelle, d'autre part, l'illumination que produit sur son trajet un faisceau de lumière à l'intérieur d'un liquide renfermant une petite quantité de fluorescéine ou de toute autre matière lumineuse. L'analogie est en défaut en ce que les rayons excitateurs sont en général plus absorbables que les rayons transformés dans le cas de la lumière; c'est l'inverse quand les rayons X se transforment en rayons secondaires.

V I

Ainsi, une partie de l'énergie des rayons X reçue par un corps est transformée en une nouvelle forme de rayonnement (rayons secondaires). Une autre, bien plus importante si le corps est assez épais, est absorbée sous forme de chaleur (Dorn)¹.

Mais une troisième fraction de l'énergie incidente est employée à modifier l'état du corps.

On sait, en effet, que tout diélectrique soumis à l'action des rayons X devient conducteur de l'électricité. Cette propriété est particulièrement remarquable pour l'air et les différents gaz et subsiste même un certain temps après l'action des rayons X.

Or, les rayons secondaires possèdent aussi cette propriété; c'est pour cela que l'air de la cage de l'électroscope où ils pénètrent (fig. 2) laisse fuir la charge électrique de la feuille d'or *f*. Quand les rayons X tombent sur un métal, les rayons secondaires qu'ils excitent sont absorbés par les couches de gaz adjacentes au conducteur et rendent le gaz conducteur de l'électricité au même titre que les rayons X eux-mêmes; c'est un *effet secondaire* qui augmente l'*effet primaire* dû aux rayons X directs.

Il y aurait beaucoup à dire sur la comparaison des corps *röntgénisés* (c'est ainsi qu'il est commode d'appeler les corps soumis aux rayons X) et des corps *insolés*. Il peut paraître naturel d'admettre qu'un gaz röntgénisé est en état de dissociation². De même, on admet généralement que la lumière décompose les sels d'argent quand elle impressionne, *même sans les voiler*, les plaques photographiques; mais c'est là une hypothèse³ qui soulève de graves

difficultés. Il paraît bien plus conforme aux faits de supposer que la décomposition chimique caractérisée, est précédée d'une modification particulière, la *solarisation* de la plaque photographique, de même nature que celle d'un corps insolé telle que l'imaginait Niepce de Saint-Victor. Il y a là un état sous lequel le corps renferme une réserve d'énergie spéciale; c'est l'état de la plaque photographique qui possède une *image latente*. Une élévation de température peut précipiter, sous forme d'émission lumineuse, l'énergie emmagasinée par le corps lors de son illumination; c'est ce qui arrive lorsqu'on chauffe le sulfure de calcium insolé (phosphorescence à longue échéance, expériences d'Ed. Becquerel). Les rayons de grande longueur d'onde détruisent l'image latente produite par des rayons de longueurs d'onde plus courtes; ils détruisent aussi l'état spécial du corps insolé en provoquant la luminescence (Ed. Becquerel, *La Lumière*). Parfois ils provoquent la transformation chimique spontanée du corps insolé (rayons continués de Becquerel); c'est une sorte d'auto-développement comparable au développement de la plaque photographique dans le bain révélateur.

On peut précisément obtenir avec la plaque photographique de Daguerre la destruction de l'image latente ou son auto-développement sous l'influence de la lumière rouge (Claudet). Il est probable que, dans le premier cas, l'énergie latente de l'iodure d'argent insolé se dégage sous forme d'un rayonnement spécial comme dans les expériences de phosphorescence d'Ed. Becquerel.

D'une manière générale, nous pouvons supposer que toute décomposition chimique est précédée d'une transformation préparatoire de la matière. Sous l'influence d'un ébranlement convenable¹ (échauffements, action de certaines radiations, etc.), l'énergie latente accumulée par le corps lors de sa transformation peut se dégager sous une forme très apparente (changement d'état allotropique ou décomposition chimique, luminescence, etc.).

Mais, sans se transformer, l'énergie spéciale emmagasinée par le corps insolé peut être décelée par le changement des propriétés générales du corps. Ainsi, le verre d'urane éclairé par la lumière ultra-violetle change de pouvoir absorbant pour la

¹ Ainsi, la combustion de l'acide oxalique sous l'influence de la lumière solaire et précédée d'un *temps mort* pendant lequel la lumière est absorbée par l'acide oxalique sans le décomposer. « Ce temps mort est comparable à celui que l'on constate dans toutes les opérations photographiques, qu'il s'agisse d'impressions lumineuses, de développement des clichés ou de l'usage des positifs. A y regarder de près, ce temps mort existe au début de toutes les actions chimiques, même les plus intenses, et c'est lui que MM. Bunsen et Roscoe ont étudié sous le nom d'*induction photochimique* dans l'action du chlorure sur l'hydrogène. » E. Daclaux. *Comptes Rendus*, t. CHH, p. 1010.

² Wiedemann's *Annalen*, 11 décembre 1897, p. 16.

³ Voir dans la *Revue* du 15 juillet 1897, l'article de M. Ch.-Ed. Guillaume : « Les rayons X et la Dissociation. » Voir à ce sujet : De La Baume-Pluvinet : *La Théorie des procédés photographiques*.

lumière qu'il émet par luminescence (J. Burke)¹. Certains sels d'argent acquièrent, par l'éclairement, à la fois une conductibilité électrique notablement plus grande et une image latente. Le sélénium éclairé peut aussi devenir meilleur conducteur et conserver cette nouvelle propriété pendant quelques secondes après que l'illumination a cessé.

Cela nous ramène aux rayons X dont l'action sur le sélénium a justement été observée. Comment se rendre compte de leur action spéciale sur les gaz?

De même que la décomposition chimique peut être précédée par l'état plus ou moins instable qui caractérise un corps insolé, nous pouvons imaginer que l'électrolyse fait naturellement suite à une polarisation diélectrique dans laquelle la tension du milieu, suivant les lignes de force, a dépassé ce que nous pourrions appeler la limite d'élasticité des molécules chimiques. D'après cela, les charges des ions de Faraday sont un cas particulier des masses électriques qui forment les petits aimants électriques de Mossotti et de Clausius. A l'appui de ces hypothèses, rappelons que, d'après une remarque récente de M. Joubin², les charges électriques transportées par les ions dans une électrolyse sont précisément égales aux charges que le champ électrique dû au courant lui-même induit sur les ions assimilés à de petites sphères conductrices.

Nous pouvons maintenant supposer que les charges électriques induites dans les particules d'un gaz, par le champ électrique, sont *libérées*, mais non créées par l'action des rayons X. Le courant du déplacement diélectrique de Maxwell est alors remplacé dans le gaz röntgénisé, placé dans le champ électrique, par un flux continu d'électricité auquel l'état gazeux permet de se propager en dehors de la région exposée aux rayons X.

En somme, les diverses propriétés des corps frappés par les rayons X : radioluminescence, image latente, conductibilité électrique, ne sont

pas sans analogies avec les propriétés des corps frappés par les rayons lumineux.

D'autre part, la transformation des rayons X par les différents corps en rayons secondaires, tertiaires, etc., fournit une série de nouveaux rayons beaucoup plus absorbés par les différents corps et dont l'action sur les écrans luminescents, l'action photographique ou l'action électrique sont susceptibles d'accroître l'action directe des rayons X dans la plupart des expériences.

L'allure de ces nouveaux rayons, qui rappellent les rayons X émis par les tubes à gaz peu raréfiés, les éloigne assez des rayons ultra-violet connus, en particulier des rayons de longueur d'onde 0 μ .219 que Winkelmann et Straubel ont obtenus en transformant les rayons X par le spath fluor.

Toutefois, leur absorption par l'air fait penser aux rayons ultra-violet de l'aluminium étudiés par A. Cornu, qui sont absorbés par quelques décimètres d'air atmosphérique, et aux rayons ultra-violet extrêmes, actuellement connus, dont la découverte est due à Schumann³; ces derniers rayons, absorbés par un dixième de millimètre d'air à la pression atmosphérique, n'ont pu être décelés qu'au moyen de plaques photographiques spéciales. Les rayons secondaires et tertiaires seraient-ils une extension du spectre des rayons X vers les rayons ultra-violet? Il faudrait sans doute expérimenter dans des gaz très raréfiés et avec différentes substances photographiques ou luminescentes, pour essayer de combler le fossé qui sépare encore les nouveaux rayons des rayons lumineux.

Quel que soit le sort réservé à ces hypothèses, il semble bien que les phénomènes de transformation des rayons X en rayons secondaires et tertiaires par les particules d'une matière quelconque, touchent de très près à la nature intime des rayons X.

G. Sagnac,

Agrégé de l'Université
Préparateur au Laboratoire d'enseignement
de la Physique à la Sorbonne.

UNE NOUVELLE ÉTAPE DE LA SÉROTHÉRAPIE

LA GUÉRISON DU TÉTANOS DÉCLARÉ

Le 3 janvier 1898, MM. Wassermann et Takaki publiaient, dans le *Berliner klinische Wochenschrift*, une expérience qui excitait aussitôt le plus vif intérêt parmi les microbiologistes. Ces deux savants faisaient une émulsion avec l'encéphale ou

la moelle de cobayes, mélangeaient à cette émulsion de la toxine tétanique, laissaient macérer le tout quelques heures, puis centrifugeaient pour séparer la partie liquide de la partie solide. Ils constataient alors que le liquide avait perdu toute sa toxicité première, et cette action était si mar-

¹ *Nature* du 15 juillet 1897, p. 261; voir la *Revue* du 15 décembre 1897, p. 932.

² *Journal de Physique*, avril 1897.

³ Voir cette *Revue*, t. V, p. 324 (1894).

quée que, dans un cas, 8 milligrammes de cerveau de cobaye ont suffi à préserver une souris contre la dose sûrement mortelle de toxine tétanique. Il semblait que les éléments nerveux se fussent comportés comme s'ils eussent été doués de propriétés antitoxiques et comme s'ils eussent neutralisé la toxine. Telle fut en effet la conclusion de M. Wassermann. Il admit que les cellules nerveuses du cerveau et de la moelle des Mammifères jouissent normalement d'un pouvoir antitoxique vis-à-vis de la toxine tétanique; que, suivant que ce pouvoir est plus ou moins marqué, l'animal est plus ou moins sensible ou même totalement réfractaire au tétanos, ce qui constitue l'*immunité naturelle*; il adopta, en outre, l'opinion déjà émise antérieurement par M. Ehrlich, d'après laquelle les cellules nerveuses, qui sont les plus sensibles à la toxine tétanique, sont aussi celles qui sécrètent l'antitoxine lorsqu'elles se trouvent en présence de cette toxine et la déversent dans le sang; cette sécrétion, qui est la cause de l'*immunité acquise*, ne serait, en somme, qu'une exaltation de la fonction antitoxique normale des centres nerveux.

Ainsi se trouvait échafaudée, au moins en ce qui concerne le tétanos, une théorie complète de l'immunité, théorie en opposition formelle avec la théorie phagocytaire soutenue par M. Metchnikoff et ses élèves et qui se résume ainsi : l'immunité, aussi bien l'immunité naturelle que l'immunité acquise, est une propriété des leucocytes; ce sont ces cellules, exclusivement, qui sont chargées de défendre l'organisme et de le débarrasser de tous les corps nuisibles qui y sont introduits.

I

L'interprétation donnée par M. Wassermann à son expérience, si intéressante d'ailleurs, ne pouvait donc passer sans discussion ni contrôle. En effet, quelques semaines s'étaient à peine écoulées que M. Metchnikoff et M. Marie apportaient déjà un certain nombre de faits qui battaient en brèche la théorie de M. Wassermann. M. Metchnikoff montrait que, tandis que le cerveau des animaux très sensibles au tétanos, tels que le cobaye, agit d'une façon si remarquable sur la toxine tétanique, les centres nerveux des animaux réfractaires ou très peu sensibles au tétanos, tels que la poule ou la tortue, n'exercent qu'une action nulle et à peine appréciable dans les conditions de l'expérience de Wassermann; or, c'est précisément le contraire que l'on devrait observer si l'immunité naturelle était fonction d'une propriété antitoxique des centres nerveux. Voilà pour l'immunité naturelle. Pour l'immunité acquise, autre objection. Si les centres nerveux étaient le lieu de production de

l'antitoxine, ces organes devraient, chez les animaux immunisés, présenter un pouvoir antitoxique plus élevé que tous les autres viscères. Loïn de là, la moelle et le cerveau, chez un cobaye immunisé, ne manifestaient qu'un pouvoir antitoxique quatre fois plus faible que celui du foie ou des reins, dix fois plus faible que celui du sang et de l'exsudat péritonéal.

Comment donc alors expliquer l'expérience de Wassermann? C'est ici qu'interviennent les recherches capitales de MM. Roux et Borrel que nous allons exposer.

MM. Roux et Borrel se sont d'abord posé la question suivante : cette même toxine tétanique qui semble être neutralisée lorsqu'on l'additionne, *in vitro*, d'une émulsion de centres nerveux, que devient-elle si on la porte directement dans les centres nerveux de l'animal vivant? Pour résoudre cette question, c'est évidemment l'inoculation intracérébrale qui constitue la méthode de choix, même la seule praticable chez les animaux de laboratoire, dont la moelle est trop peu volumineuse pour se prêter à l'expérience. Dans le cerveau, au contraire, rien n'est plus simple; la trépanation, pratiquée à l'aide d'un foret, se réduit à un simple pertuis par lequel on fait pénétrer la canule d'une seringue de Pravaz qui va, au point choisi, déposer quelques gouttes de liquide. Cette opération, comme le montrent les expériences de contrôle faites en injectant de l'eau distillée, est en elle-même parfaitement inoffensive et passe, pour ainsi dire, inaperçue.

Suivons donc MM. Roux et Borrel lorsqu'ils portent ainsi la toxine tétanique dans le cerveau des animaux. Le résultat est curieux : c'est une maladie nouvelle, créée de toutes pièces, caractérisée par des symptômes bien différents de ceux du tétanos contracté par inoculation dans un autre point du corps. Dans ce dernier cas, on sait que les contractions débute toujours dans le territoire où l'inoculation a été faite; par exemple, à la suite d'une inoculation à la cuisse, on observe d'abord de la raideur du membre intéressé; puis cette raideur gagne l'autre membre, plus tard les membres antérieurs, et c'est seulement à la fin qu'apparaissent les symptômes bulbaires qui sont la cause directe de la mort.

Dans le cas d'une inoculation intracérébrale, le tableau est tout différent. Chez le lapin, par exemple, le tétanos cérébral débute, quelques heures après l'injection, par des signes d'excitation. L'animal se montre inquiet, tourne dans sa cage, cherche à fuir et prend une posture qui rappelle celle du lièvre, le train postérieur surélevé, les pattes de derrière ramenées en avant; les émissions d'urine sont nombreuses et abondantes; des crises convul-

sives, épileptiformes surviennent, plus ou moins fréquentes, soit spontanément, soit à la suite d'une excitation. Dans l'intervalle de ces crises, l'animal mange et paraît normal sans son attitude inquiète. L'intensité et la durée de la maladie varient d'ailleurs suivant la dose de toxine. Avec une dose un peu forte, un dixième de centimètre cube, les accès convulsifs sont incessants et la mort survient en douze à vingt heures. De toutes petites quantités de toxine donnent un tétanos guérissable avec tendance à se cacher, petits accès épileptiformes passagers et amaigrissement. Le tétanos cérébral du cobaye ressemble beaucoup à celui du lapin. Chez le rat, le tableau est plus saisissant encore. Les manifestations psychiques dominent : le rat est inquiet, attentif, il court follement autour de sa cage; dans la crise, il semble obéir à une impulsion intérieure et donne l'idée, disent MM. Roux et Borrel, d'un animal pris de folie. Si l'observateur n'avait pas la certitude qu'il a injecté du poison tétanique, jamais il ne reconnaîtrait le tétanos dans la maladie qu'il observe.

Voici donc un fait bien établi, quoique en apparence paradoxal : si l'on incorpore une dose mortelle de toxine tétanique à une émulsion de quelques centigrammes de substance cérébrale et qu'on l'injecte ensuite sous la peau d'un lapin ou d'un cobaye, on ne provoque aucun symptôme tétanique; si l'on injecte la même dose en nature dans le cerveau, on provoque un tétanos d'un type spécial, mais qui est toujours le tétanos.

Refaisons maintenant la même expérience en nous adressant cette fois à un animal immunisé contre le tétanos. Il est facile de préparer des animaux, des cobayes, par exemple, dont l'immunisation soit poussée si loin que un millième de centimètre cube de leur sérum suffise à neutraliser la dose de toxine mortelle pour une souris. Sur ces animaux, une dose de toxine plusieurs milliers de fois supérieure à la dose mortelle pour les animaux neufs reste absolument sans effet. Eh bien, si l'on injecte à un cobaye immunisé de la sorte une dose simplement mortelle de toxine tétanique dans le cerveau, cet animal contracte le tétanos cérébral absolument comme les animaux neufs. A une condition, toutefois : il faut avoir soin, en opérant, de ne pas provoquer d'hémorragie, car s'il y a un épanchement sanguin et que le sang vienne au contact de la toxine injectée, le résultat est tout autre, les animaux ne prennent pas le tétanos, on ne prennent qu'un tétanos atténué. A plus forte raison en est-il de même si l'on mélange la toxine, avant de l'injecter, avec la quantité de sérum antitétanique suffisante pour la neutraliser.

Quant aux animaux qui ont reçu préventivement une dose de sérum antitétanique, c'est-à-dire qui

possèdent l'immunité passive, les choses se passent chez eux exactement de la même manière.

II

Nous sommes donc en présence d'un fait irréductible, à savoir que chez tous les animaux, qu'ils soient naturellement sensibles au tétanos ou qu'ils y soient réfractaires, qu'ils soient immunisés sous une forme et à un degré quelconque, le système nerveux se comporte de même vis-à-vis de la toxine tétanique : c'est-à-dire qu'il extrait cette toxine du sang ou de la lymphe, l'absorbe, s'en imprègne de proche en proche par une sorte de conductibilité et traduit cette imprégnation par une série de désordres dont la nature et l'ordre d'apparition sont réglés d'avance suivant une loi qui est la loi même de l'affinité des différents groupes de cellules pour la toxine : chez l'homme, par exemple, c'est presque toujours par la zone motrice de la cinquième paire que débudent les contractures; chez le cheval, c'est l'abaissement de la paupière éignotante qui constitue le premier signe, bien connu des vétérinaires. Le tableau symptomatique du tétanos n'est pas autre chose, en somme, que l'expression d'un phénomène chimique. On donnerait le tétanos à un cadavre si seulement les muscles avaient conservé leur contractilité. Ceci n'est pas simplement une manière de parler : les médecins ont depuis longtemps remarqué que, dans le tétanos, par une exception unique, la température du corps s'élève encore pendant plusieurs heures après la mort; à quoi peut être due cette élévation de température si ce n'est à ce que les contractions toniques des muscles, sous l'influence de la toxine, persistent encore après que la respiration et la circulation ont cessé?

Appliquant ces idées à l'examen de l'expérience de Wassermann, que nous avons rapportée plus haut, MM. Roux et Borrel en donnent une explication tout à fait satisfaisante. Si, disent-ils, dans l'expérience de Wassermann, la toxine paraît neutralisée, c'est qu'en réalité elle se fixe sur la substance nerveuse morte absolument comme sur la substance nerveuse vivante; ainsi fixée, elle est rendue insoluble et dès lors inoffensive pour l'animal auquel on viendrait à l'inoculer avec son substratum.

Et les faits ne manquent pas pour corroborer cette manière de voir. C'est d'abord une expérience ancienne de MM. Roux et Vaillard, expérience très frappante, mais restée jusqu'ici énigmatique dans sa signification, que voici : si l'on inocule à un animal une culture jeune de bacilles tétaniques vivants et virulents, on ne lui donne pas le tétanos, on ne lui donne même pas d'intoxication tétanique comme on le ferait avec de la toxine so-

luble; et cependant, les bacilles injectés renferment dans leur corps une dose de toxine plus que suffisante pour provoquer la tétanisation. On n'en peut douter, car si l'on tue cette même culture par un antiseptique et qu'on y laisse macérer les corps de microbes, elle se montre toxique. Quelle différence y a-t-il entre les deux cas? Une seule : dans le premier cas, la toxine était fixée dans le corps des microbes et elle se trouvait englobée et détruite par les phagocytes, en même temps que les microbes eux-mêmes, sans avoir pu diffuser ni atteindre les centres nerveux; dans le second cas, au contraire, elle était introduite dans l'organisme à l'état libre, à l'état de solution, et elle échappait ainsi à l'action des phagocytes. Dans l'expérience de Wassermann, on ne fait pas autre chose que de reproduire artificiellement cette fixation en mettant à profit l'affinité chimique de la substance nerveuse pour la toxine.

M. Metchnikoff, à son tour, rend la chose palpable par l'expérience suivante : il injecte, dans la chambre antérieure de l'œil d'un lapin, de la toxine tétanique dissoute; l'œil conserve son état normal ou à peu près, la réaction locale est insignifiante et le lapin meurt de tétanos. Puis il injecte dans la chambre antérieure de l'œil d'un autre lapin la même toxine mélangée avec un peu de substance cérébrale broyée; on voit se produire une inflammation considérable, un hypopyon, dû à l'afflux des leucocytes qui viennent saisir les particules de substance nerveuse chargées de toxine, et le lapin ne meurt pas. Cette réaction est beaucoup plus forte que celle que l'on obtient après l'injection de la substance cérébrale seule; elle est due à la présence de la toxine tétanique qui n'est pas détruite, mais seulement masquée par sa combinaison avec la substance des cellules nerveuses, et qui attire quand même les leucocytes.

III

Ayant ainsi élucidé la manière dont le système nerveux se comporte vis-à-vis de la toxine tétanique, MM. Roux et Borrel étaient en mesure de dissiper la plupart des obscurités, qui enveloppaient encore la question du tétanos. Tout d'abord, pourquoi le sérum antitétanique, dont le pouvoir préventif est véritablement prodigieux, tant contre la toxine que contre les bacilles vivants, se montre-t-il absolument dépourvu de pouvoir curatif? Pourquoi ne réussit-il pas, même lorsqu'on l'administre à doses énormes, à atténuer les symptômes déjà déclarés du tétanos, ni à retarder la marche de la maladie? La réponse ne peut être que la suivante : lorsqu'on injecte l'antitoxine avant la toxine, ou tout au moins simultanément,

les deux substances diffusent dans l'organisme, se rencontrent et se neutralisent avant que la toxine ait pu arriver aux centres nerveux. Lorsque, au contraire, la toxine est introduite ou sécrétée dans le corps par des bacilles vivants avant qu'il y ait de l'antitoxine en présence, elle arrive sans obstacle jusqu'au système nerveux et, dès lors, quelle que soit la porte par laquelle elle ait pénétré, rien ne pourra plus l'empêcher de s'y propager : l'animal sera condamné à une mort fatale.

Pour comprendre cette impuissance absolue de l'antitoxine introduite après coup, il faut admettre qu'il existe une barrière qui l'empêche de pénétrer dans le système nerveux comme le fait la toxine, car, si elle y pénétrait, elle devrait, sinon rétablir dans leur intégrité les cellules déjà lésées, tout au moins empêcher la propagation des lésions à d'autres cellules en neutralisant la toxine encore en marche.

Cet obstacle, qui paralyse l'action de l'antitoxine, est peut-être d'ordre anatomique, physiologique, ou même simplement physique. Il est peut-être dû, par exemple, à une propriété de l'antitoxine ou de l'endothélium des vaisseaux des centres nerveux, par suite de laquelle celui-ci n'est pas perméable à l'antitoxine.

MM. Roux et Borrel ont alors eu l'idée de porter l'antitoxine directement là où elle doit agir, c'est-à-dire dans le système nerveux. Procédant de la même manière que pour la toxine, ils introduisent dans le cerveau des animaux quelques gouttes de sérum antitétanique; l'antitoxine est absorbée, diffuse de proche en proche et imprègne tout le système nerveux, qu'elle met désormais à l'abri des atteintes de la toxine. Si l'animal a été au préalable infecté par la voie de l'inoculation sous-cutanée, la toxine monte tandis que l'antitoxine descend, les deux substances se rencontrent, et dès lors la marche de la maladie est arrêtée; la toxine, il est vrai, a bien eu le temps de causer déjà quelques dégâts, mais ceux-ci se limitent à la région de l'inoculation, le bulbe et l'encéphale sont sauvegardés.

Voici, par exemple, une des expériences de MM. Roux et Borrel : vingt cobayes reçoivent, sous la peau d'une patte de derrière, la dose mortelle de toxine tétanique. Dix-huit heures après l'inoculation apparaît le premier symptôme, c'est-à-dire la raideur de la patte. Six heures plus tard, un premier lot d'animaux reçoit quatre gouttes de sérum antitétanique dans les hémisphères cérébraux, en même temps qu'un lot égal de témoins reçoit cinq centimètres cubes sous la peau. Après de nouveaux intervalles de huit heures et de douze heures, on fait encore de nouveaux lots d'animaux, injectés les uns sous la peau, les autres dans le cerveau. Soixante-douze heures après le début de l'expérience,

tous les témoins, c'est-à-dire tous les animaux qui ont reçu du sérum sous la peau ou qui n'en ont pas reçu du tout, ont succombé, ceux-ci aussi vite que ceux-là, résultat conforme à ce qu'on savait déjà et qui prouve, une fois de plus, que le sérum antitétanique, administré sous la peau, n'exerce aucune action curative. Au contraire, chez tous les cobayes qui ont reçu le même sérum dans le cerveau, la maladie a été enrayée au point précis où elle se trouvait au moment de l'injection : ces animaux ont tous survécu, mais en conservant leurs contractions, qui persisteront encore plusieurs semaines, puis disparaîtront à leur tour par un phénomène de réparation, de cicatrisation, pour ainsi dire, indépendamment de l'action de l'antitoxine.

Cette expérience fondamentale a été répétée maintes fois et toujours avec le même résultat. La guérison du tétanos déclaré chez l'animal est donc un fait acquis.

Peut-on espérer que l'homme sera appelé à bénéficier de ce nouveau progrès de la sérothérapie ? Ce n'est certes pas de la technique opératoire que pourraient venir les difficultés. Le cerveau humain se prête, sans dommages, à des interventions bien autrement graves que celle qui consisterait à y injecter quelques gouttes de liquide. L'obstacle viendrait plutôt de ce que le tétanos débute chez l'homme par des symptômes céphaliques, suivis à bref délai de symptômes bulbares, en sorte que la toxine a déjà atteint les centres lorsque les premiers signes du tétanos se manifestent. Cependant, comme la maladie dure généralement plusieurs jours, il est permis de croire que les interventions précoces donneront, dans nombre de cas, de bons résultats. Le salut dépendra sans doute d'une question d'heures.

IV

Les méthodes inaugurées par MM. Roux et Borrel dans ces recherches sur le tétanos sont également applicables à d'autres questions, et c'est ce qui en augmente singulièrement l'intérêt.

La toxine tétanique n'est pas le seul poison qui possède une action spéciale sur les centres nerveux. Sans compter les alcaloïdes, comme la strychnine, la morphine, etc., on peut dire que beaucoup de toxines sont avant tout des poisons nerveux et que, dans bien des maladies infectieuses, on meurt par le système nerveux.

MM. Roux et Borrel ont déjà pu mettre en évidence certaines analogies entre l'intoxication tétanique et l'intoxication diphtérique. Par exemple, les lapins auxquels on a donné du sérum antidiphtérique résistent à des doses énormes de toxine

administrées sous la peau, mais ils périssent si on leur en introduit un peu dans le cerveau. La maladie est alors exclusivement nerveuse; elle dure plus longtemps, et, à l'autopsie, on ne trouve ni congestion des capsules surrénales, ni exsudat pleural. Tous les organes étaient protégés par l'antitoxine, excepté la substance nerveuse.

Le rat est naturellement très résistant à la toxine diphtérique; une dose de un dixième de centimètre cube sous la peau ne provoque même pas d'œdème local. Cependant, celui qui l'a reçue dans le cerveau est bientôt atteint de paralysie totale. Il reste inerte pendant deux ou trois jours et succombe.

Le lapin passe pour être à peu près réfractaire à l'action de la morphine; une injection hypodermique de 30 centigrammes d'un sel de cet alcaloïde est parfaitement supportée par un animal de poids moyen. L'introduction d'un seul milligramme de chlorhydrate de morphine dans le cerveau cause des accidents presque immédiats. Les membres sont agités d'un tremblement, la marche est impossible, l'animal reste stupéfié et finit par mourir en quelques jours.

L'injection intra-cérébrale constitue donc une méthode d'expérimentation infiniment plus sensible que l'injection hypodermique, et aussi plus exacte, puisqu'elle permet d'éliminer l'influence perturbante de l'immunité naturelle ou acquise. Elle permettra aux microbiologistes de travailler avec des toxines qui, jusqu'ici, n'ont pas été obtenues avec un degré d'activité suffisant pour donner des résultats bien nets par les procédés ordinaires d'inoculation; elle permettra peut-être aussi aux physiologistes d'étudier les fonctions cérébrales sous un aspect nouveau et, par exemple, de reproduire, autant que cela est possible chez l'animal, les troubles psychiques observés à la suite des maladies infectieuses. Ajoutons encore que l'étiologie des maladies mentales pourrait s'enrichir de ce côté d'un chapitre imprévu.

La thérapeutique ne sera sans doute pas la dernière à profiter des nouvelles idées mises en circulation. Déjà il paraît rationnel de tenter la méthode d'injection intra-cérébrale des sérums antitoxiques dans bien des cas où, les phénomènes nerveux dominant la scène, l'administration de ces sérums sous la peau se montre impuissante.

Mais, arrêtons-nous là, dans la voie trop facile des hypothèses. Il nous suffit d'avoir montré combien est vaste le champ qui vient d'être ouvert à l'exploration.

D^r Ch. Répin,
Attaché à l'Institut Pasteur.

LES NOUVELLES CHAUDIÈRES MARINES NICLAUSSE

La question des chaudières marines est toute d'actualité et nos lecteurs nous sauront gré de leur donner quelques détails sur la chaudière Niclausse, qui, déjà adoptée sur un de nos croiseurs de 2^e classe, le *Frimt*, paraît, en raison de ses qualités spéciales, devoir remplacer, aussi bien en France qu'à l'étranger, plusieurs types de chaudières tubulées actuellement en usage. Nous croyons utile de faire précéder la description des particularités de cette remarquable chaudière par quelques considérations générales.

I

Le rendement d'une chaudière est d'autant plus avantageux que la transmission de la chaleur du foyer à l'eau se fait dans de meilleures conditions. Or, les calories Q utilisées par la vaporisation de l'eau peuvent être représentées par une expression de la forme :

$$Q = \frac{T-t}{e} K,$$

T étant la température du foyer, t celle de l'eau, e l'épaisseur du métal à traverser, enfin K un coefficient variable avec la nature du métal et dépendant de sa conductibilité.

Pour augmenter Q , il faut donc que T soit élevé (feu ardent), que t soit faible (circulation rapide), que e soit le plus réduit possible, enfin que K soit plus grand, c'est-à-dire que le métal soit meilleur conducteur, ces deux derniers éléments pouvant être en contradiction, puisque le cuivre, plus conducteur que le fer 69 au lieu de 28, exige plus d'épaisseur pour résister aux mêmes pressions.

Les chaudières ordinaires à bouilleurs, dont le diamètre est très grand, ont par conséquent des tôles épaisses; la circulation y est lente et le feu très modéré; mauvaises conditions pour la bonne transmission des calories.

Dans les chaudières dites *tubulaires*¹, où les gaz du foyer passent à l'intérieur d'une série de tubes baignés extérieurement par l'eau, la division de la flamme en un grand nombre d'éléments en abaisse la température et une certaine partie des gaz s'éteignent en pénétrant dans les tubes : ceux-ci forment obstacle à l'ascension de la vapeur et à la bonne circulation de l'eau; enfin l'épaisseur de ces tubes, à l'extérieur desquels s'exerce une pression considérable, est relativement forte, surtout si le cuivre est le métal employé. Il en résulte que ces chau-

dières tubulaires, même à vent forcé, ne permettent pas de maintenir pratiquement les pressions très élevées qu'exige l'emploi actuel, dans la marine, des machines à triple et à quadruple extension. On peut, en outre, leur reprocher leur poids considérable, leur grand volume d'eau au point de vue de la gravité des explosions, enfin leur forme cylindrique, utilisant mal l'emplacement disponible à bord des navires.

Les chaudières *tubulées*, ou *aquitubulaires*, dans lesquelles les tubes sont parcourus intérieurement par l'eau et chauffés extérieurement, ont la faculté de pouvoir supporter des pressions élevées sans qu'il soit nécessaire de donner à ces tubes une forte épaisseur, puisque les efforts s'exercent du côté de l'intérieur : cette heureuse propriété entraîne en même temps une notable diminution du poids total du générateur. Ces chaudières, étant à faible volume d'eau, présentent plus de garanties de sécurité contre les explosions; enfin, comme nous le verrons, la circulation peut s'y établir d'une façon beaucoup plus méthodique. Ces quelques mots suffisent pour expliquer la vogue de ce nouveau genre de générateurs et pour faire prévoir le brillant avenir réservé à celle des chaudières tubulées qui présente le plus d'avantages pratiques.

Comme le dit bien justement M. L. de Chasseloup-Laubat dans sa très intéressante étude sur les chaudières marines¹, la circulation constituée, dans les chaudières aquitubulaires comme dans les corps organisés, la condition même de l'existence. Pour que les tubes employés puissent supporter un feu très intense malgré leur faible épaisseur, il faut que ceux-ci soient constamment remplis d'eau qui remplace les bulles de vapeur, mauvaises conductrices de la chaleur. L'égalisation des températures, conséquence d'une bonne circulation, diminue les différences de dilatation, rend les dépôts plus difficiles, en un mot favorise la transmission de chaleur.

Supposons que l'on fasse bouillir de l'eau dans un vase ouvert (fig. I). Le liquide s'élève tumultueusement le long des parois, alors que sa surface se déprime en son milieu. L'eau étant mauvaise conductrice de la chaleur, les particules d'eau, qui augmentent de volume dès que leur température dépasse 4°, ne peuvent céder leur chaleur aux particules voisines et s'élèvent en raison de

¹ Genre locomotive.

¹ Les chaudières marines, par L. de Chasseloup-Laubat, *Bull. Soc. Ing. Civ.*, avril 1897.

leur moindre densité. Les particules froides viennent se chauffer à leur tour, et il s'établit un cou-

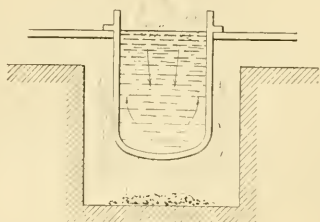


Fig. 1.

rant ascendant sur le pourtour et un courant descendant au centre : d'ailleurs, la circulation ainsi provoquée est très lente. Peu à peu, des bulles de vapeur se produisent : leur volume étant beaucoup plus considérable que celui des particules d'eau dont elles proviennent, la circulation devient beaucoup plus intense, mais continue néanmoins, tant que la quantité de chaleur fournie au liquide reste constante et modérée. Au contraire, si le feu est activé, les courants montants rencontrent les courants descendants et l'eau est projetée hors du vase.

Il n'en est plus de même lorsqu'à l'intérieur du premier vase, et maintenu à une distance convenable, on place un second vase, plus petit, percé dans le fond (fig. 2). De la séparation des courants

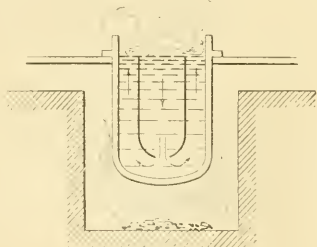


Fig. 2.

ascendants et descendants résulte alors une circulation très rapide, due à la différence entre la densité de l'eau et la densité moyenne de l'eau et de la vapeur qui se forme au contact des parois du vase extérieur, ce raisonnement ne devant être considéré comme exact qu'à partir du moment où le mouvement des bulles devient uniforme ¹.

Au lieu d'un simple vase comme celui qui pré-

cède, admettons que l'on chauffe un récipient rempli d'eau, au fond duquel se trouve fixé un tube communiquant avec lui (fig. 3). Du moment que le diamètre de ce tube descend au-dessous d'un certain minimum, même avec un chauffage modéré, la circulation ne peut s'établir. Le tube est alternativement plein de vapeur et d'eau; une poche de vapeur croît d'abord assez lentement, puis tout à

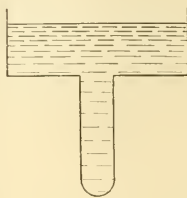


Fig. 3.

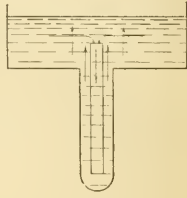


Fig. 4.

coup est violemment refoulée vers l'entrée; la vapeur s'échappe et le tube, quelques instants presque vide, se remplit à nouveau d'eau très brutalement. Si on place un simple tube ouvert aux deux extrémités dans l'intérieur du premier (fig. 4), il n'y a guère amélioration, l'introduction de l'eau étant toujours entravée par la sortie de la vapeur.

Ce n'est qu'en soustrayant l'orifice du tube intérieur à l'action de la vapeur qui s'échappe de l'espace annulaire que l'on peut établir une réelle circulation (fig. 3).

D'autre part, lorsque le tube est placé verticalement, comme dans les figures 4 et 3, quelques bulles de vapeur peuvent pénétrer par l'ouverture inférieure du tube intérieur placée juste au-dessus du point le plus chaud du vaporisateur. Il est donc alors dans de bien moins bonnes conditions que lorsqu'il est incliné (fig. 6), et l'on peut dire que la circulation est

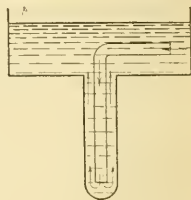


Fig. 5.

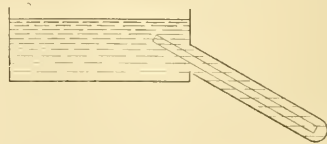


Fig. 6.

d'autant plus facilitée que l'inclinaison est plus forte, sans que celle-ci atteigne cependant l'horizontalité.

Dans la chaudière Field (fig. 7), un faisceau de

¹ Étude de la circulation de l'eau dans les chaudières multitubulaires, par Brillié, *Génie Civil*, t. XXXII, n° 5, 6, 7.

tubes D suspendus à la plaque tubulaire qui sert de ciel au foyer augmente la surface de chauffe pour

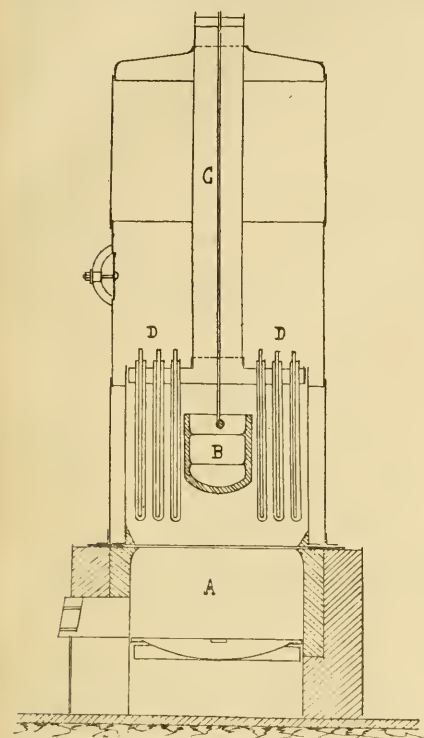


Fig. 7. — Chaudière Field. — A, foyer; D, faisceau de tubes; B, porte; C, cheminée.

un volume relativement faible d'eau. Chacun des

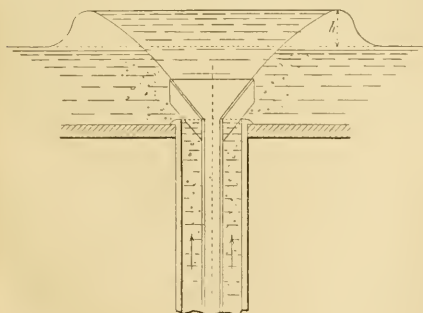


Fig. 8.

tubes livre passage à un deuxième tube plus petit ouvert aux deux bouts et portant à sa partie supé-

rieure une sorte d'entonnoir destiné à y faciliter l'entrée de l'eau.

Or, si l'on admet que l'eau se déplace dans les tubes avec une vitesse de 4 mètres, chiffre donné par l'expérience, le courant ascendant doit s'échapper en nappes de forme conique en produisant une dénivellation de hauteur (fig. 8), qui a pour expression :

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{4^2}{2 \times 9,81} = 0,80.$$

L'entrée de l'eau dans le tube intérieur est donc entravée pendant toute la durée du mouvement ascensionnel et des intermittences se produisent dans la circulation. M. Girard a cherché à y remédier par l'interposition

d'un diaphragme à cône très obtus (fig. 9). D'autre part, M. Perkins a proposé certaines dispositions (fig. 10) pour faciliter l'introduction de l'eau dans le tube intérieur, et les croquis ci-contre en font suffisamment comprendre le fonctionnement.

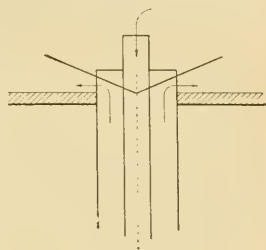


Fig. 9.

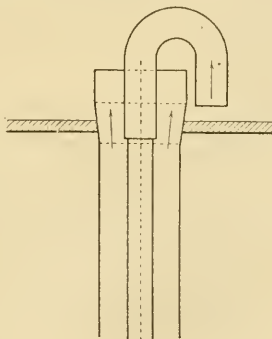


Fig. 10.

Mais le meilleur moyen d'arriver au but est de séparer radicalement presque jusqu'au niveau de la surface libre de l'eau les courants montants et descendants (fig. 11). Il suffit pour cela d'incliner horizontalement tous les tubes dans une même direction parallèle et de les faire déboucher, intérieurs et extérieurs, respectivement dans les deux compartiments séparés d'un collecteur qui communique avec le réservoir supérieur où se fait l'arrivée d'eau et la prise de vapeur. C'est là tout le

principe des chaudières Collet, Joya, Dürr, Niclausse, Montupet, etc.

La difficulté du problème est d'obtenir une étan-

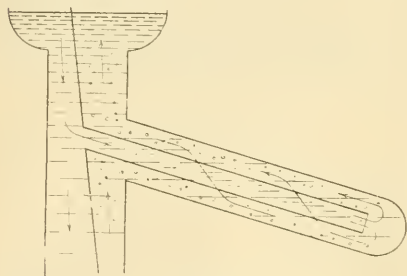


Fig. 11.

chéité absolue des joints des tubes avec les parois du collecteur tout en laissant subsister une extrême facilité de démontage : c'est par ces deux points spéciaux que se distingue la chaudière Niclausse, ainsi que nous allons le voir.

II

Chaque élément vaporisateur se compose d'un collecteur vertical de petite largeur en acier coulé

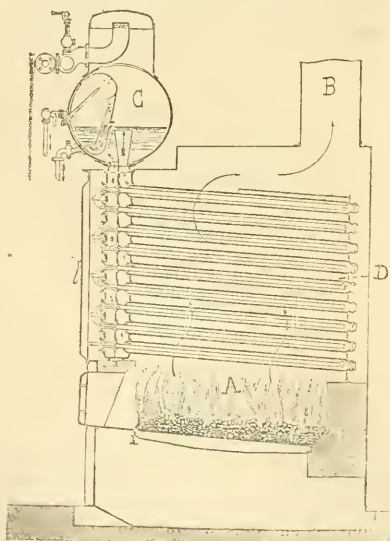


Fig. 12. — Chaudière Niclausse. — A, foyer; B, cheminée; D, tubes vaporisateurs débouchant à gauche dans un collecteur vertical; C, réservoir de vapeur.

divisé dans toute sa hauteur en deux chambres par un diaphragme venu de fonderie (fig. 12), et de

deux séries alternées de tubes D, fermés à l'extrémité arrière, à l'intérieur desquels se trouvent d'autres tubes concentriques plus courts et ouverts aux deux bouts¹. Les gros tubes sont renflés à la partie avant par le soudage d'une bague en acier C (fig. 13) et ce renflement est taraudé à l'intérieur pour y recevoir le pied fileté d'une lanterne en acier coulé PP, tandis qu'il est tourné cône à l'extérieur, suivant la génératrice *ab*, pour former le portage étanche sur la paroi arrière du collecteur. La lanterne comporte deux parties évidées, correspondant à la largeur des deux compartiments LL', traverse avec un peu de jeu, qui n'a pas d'importance au point de vue de la séparation des courants, l'ouverture de la cloison médiane, simplement alésée et cylindrique, et est ajustée dans la paroi avant par une couronne conique C', dont la forme spéciale se

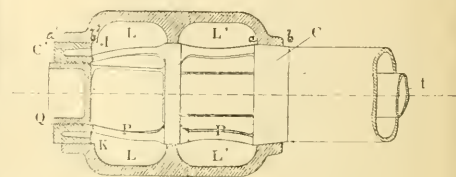


Fig. 13. — Joint d'un tube avec le collecteur vertical. — C, bague en acier; PP, lanterne en acier coulé; C' couronne conique étanche; t, tube intérieur; LL', compartiments du collecteur.

prête à une élasticité remarquable donnant l'étanchéité sans aucune garniture. Les génératrices des deux portées coniques *ab*, *a'b'* n'ont pas tout à fait la même inclinaison, de sorte que le cône avant porte un peu plus tôt que le cône arrière. Lorsque le tube est complètement mis en place, la couronne arrière est serrée à bloc, et la couronne avant, qui forme ressort, se comprime légèrement. Quant aux tubes intérieurs *t*, ils sont rivés eux-mêmes après la couronne d'un lanterneau dont la tête Q est filetée et vient se visser dans la couronne élastique de la lanterne, qui est taraudée au même pas. De cette façon, les joints sont absolument parfaits, sans l'emploi d'aucun corps intermédiaire. Une barrette commune E (fig. 14) s'applique bien sur les extrémités de deux tubes placés sur la même verticale, mais elle ne supporte aucun effort, les tubes étant absolument équilibrés, puisque la poussée intérieure de l'eau sous pression s'exerce, en sens contraire, sur deux surfaces sensiblement égales aux deux portées coniques de chaque tube extérieur muni de sa lanterne.

Les extrémités opposées des tubes vaporisateurs

¹ Tous ces tubes sont en acier doux éfilé sans soudure donnant 32 kilos de résistance et 6 % d'allongement sur 200 mm.

jouent librement dans des ouvertures pratiquées dans la cloison arrière du fourneau, qui leur servent simplement d'appui. Les tubes n'étant maintenus que d'un côté, la chaudière est à dilatation absolument libre: elle peut donc supporter sans inconvénient les plus grandes variations de température.

Les collecteurs verticaux sont rattachés chacun

Le réservoir supérieur R (fig. 13) reçoit à la fois la vapeur et l'eau d'alimentation. Il se compose d'un cylindre en tôle d'acier régnant sur toute la largeur de la chaudière et surmonté d'un dôme où la prise de vapeur est fixée. Un appareil spécial K placé à l'intérieur du réservoir et sur le côté réduit l'eau d'alimentation en gouttelettes et recueille immédiatement, en MN, une bonne partie des ma-

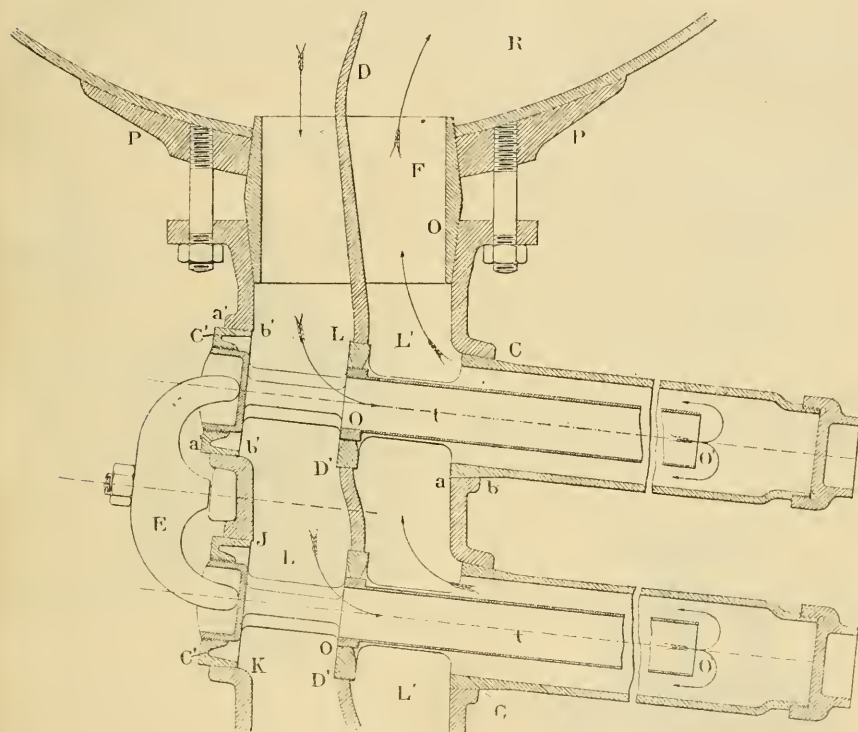


Fig. 14. — Détail des joints des tubes avec le collecteur et du collecteur avec le réservoir supérieur. — R, réservoir supérieur; LL', compartiments du collecteur séparés par une cloison DD'; P, plaque cintrée; O, manchons biconiques; CC, extrémités renflées des gros tubes; t, tubes intérieurs; CC', couronnes coniques; E, barette.

par quatre boulons prisonniers à une plaque cintrée P de 40 millimètres d'épaisseur, désignée sous le nom de *pièlement* et sur laquelle repose le réservoir supérieur (fig. 13). Cette tôle épaisse est percée d'autant de trous circulaires qu'il y a de collecteurs, et des manchons biconiques O, assez minces pour conserver leur élasticité, viennent s'emboîter également dans les ouvertures coniques fraisées en sens inverse de la plaque et des parties supérieures des collecteurs. Le serrage des boulons permet de rendre les joints très étanches.

tières qu'elle contient en suspension ou en dissolution, tandis que l'eau débordant d'une auge E, qui s'étend sur toute la longueur du réservoir, se répand déjà très échauffée et beaucoup moins chargée en sels ou en boues. Enfin, le foyer est placé directement sous le faisceau tubulaire, dont la projection horizontale donne les dimensions de la grille.

Les tubes étant en dérivation sur les collecteurs verticaux, la circulation de l'eau s'y établit d'après un régime variable, suivant que ces tubes

sont plus ou moins exposés au feu. Dans ceux qui

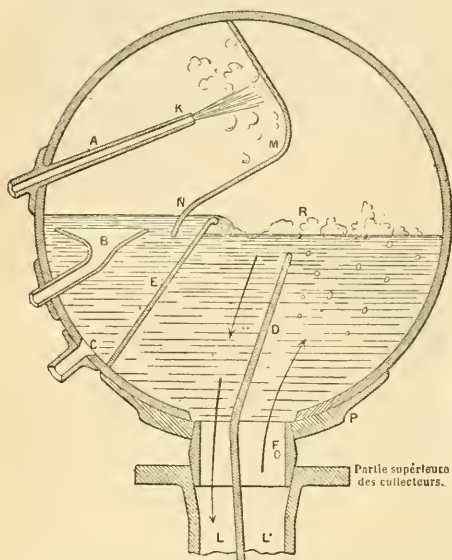


Fig. 15. — Détails du réservoir supérieur de la chaudière Niclausse. — R, réservoir supérieur; K, arrivée de l'eau; MN, paroi retenant les impuretés; E, auge; LL', compartiments du collecteur séparés par une paroi D.

sont les plus éloignés de la grille, l'eau n'atteint

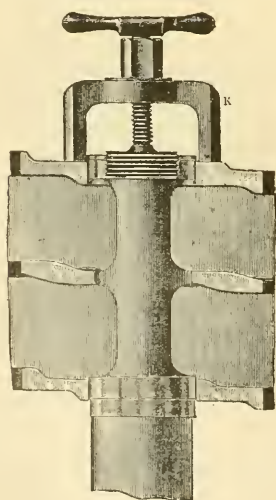


Fig. 16. — Démontage d'un tube de la chaudière Niclausse.

pas la température de volatilisation correspondant

au timbre de la chaudière; aussi ces tubes fonctionnent-ils comme de véritables réchauffeurs d'eau d'alimentation'. Au contraire, les tubes du bas s'échauffent les premiers et sont les plus actifs, et comme la vaporisation produite y est considérable, la section des tubes intérieurs correspondants a été calculée de façon qu'ils puissent débiter assez d'eau pour y suffire, quelle que soit l'activité de la combustion. Au bout d'un certain temps, le mouvement s'établit dans toutes les rangées de tubes. L'eau chaude descend dans la lame avant du collecteur et l'eau émulsionnée de vapeur remonte dans la

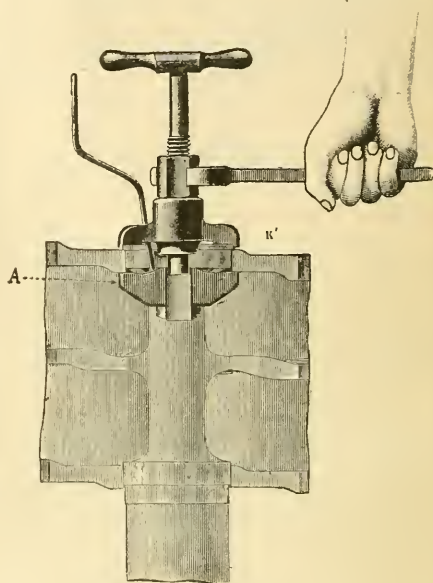


Fig. 17. — Réintroduction d'un tube dans la chaudière Niclausse

lame arrière : le diaphragme qui sépare les deux courants est légèrement incliné d'avant, en haut, en arrière, en bas, de sorte que l'eau trouve un plus grand appel à la partie inférieure, tandis que les bulles de vapeur, qui s'ajoutent les unes aux autres au fur et à mesure qu'elles s'élèvent, profitent d'un plus grand dégagement. En pleine marche, les différences de densité sont considérables et accélèrent le mouvement de l'eau dans les tubes intérieurs où l'ébullition ne peut se produire, tandis que les bulles de vapeur produites dans l'espace annulaire gagnent, en se dégageant, les génératrices supérieures des tubes extérieurs, qu'elles suivent jus-

' Étude de la production et de l'utilisation industrielles de la chaleur, par Emilio Damour, *Génie Civil*, t. XXXI, n° 26.

qu'aux collecteurs. L'appel d'eau d'alimentation est si énergique qu'il ne se produit pas de poches de vapeur obstruant la circulation.

On peut remarquer que l'indépendance des tubes d'un même élément vaporisateur semble devoir donner des résultats bien plus avantageux que le système à serpentin, dans lequel l'eau est forcée de parcourir plusieurs fois la longueur du fourneau avant d'arriver au réservoir supérieur. La vapeur se formant au milieu chasse l'eau aux deux extrémités, laissant les tubes vides d'eau, jusqu'au moment où la sortie de la poche de vapeur fait place au liquide. La circulation d'une telle chaudière est défectueuse et son fonctionnement semblable à celui d'un geyser.

La description des joints de la chaudière Niclausse, que nous avons donnée assez détaillée, permet

les portées (fig. 17). Il faut trois minutes pour changer un tube. Si nous ajoutons que toutes les pièces sont interchangeables, on comprendra que le système Niclausse donne la possibilité d'avoir toujours, par les seuls moyens du bord, des chaudières composées d'éléments neufs. Au point de vue de l'importance militaire de cette faculté, nous croyons devoir citer textuellement l'opinion de M. Ferrand, ingénieur des Constructions navales : « Si l'on change chaque dix ans les chaudières d'une flotte de dix cuirassés, soit un changement par an, si ce changement dure un an, la valeur

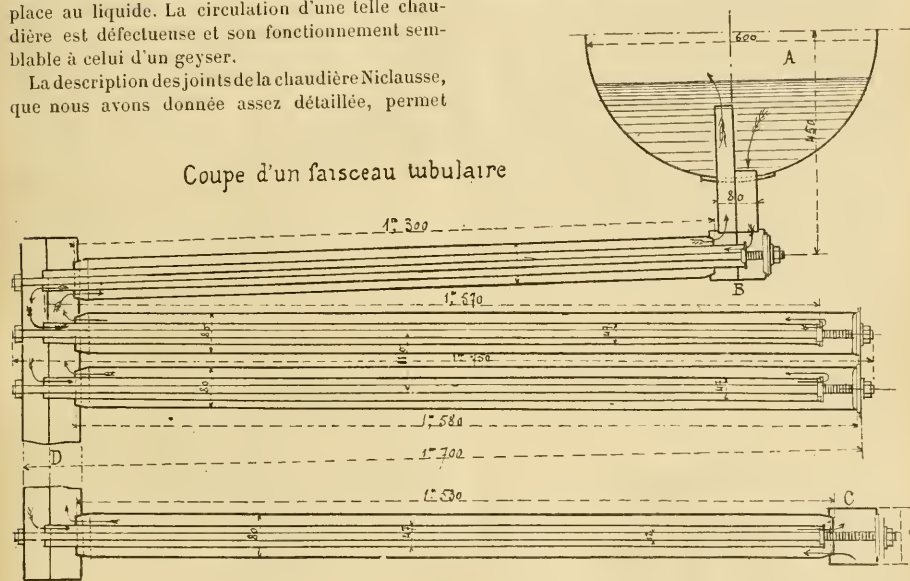


Fig. 18. — Coupe d'un faisceau tubulaire du générateur Collet. — A, réservoir supérieur; D, collecteur.

de se rendre compte des grandes facilités offertes pour le démontage des tubes. Il suffit d'enlever la barette de sûreté et de dévisser le tube intérieur au moyen d'une clef dont l'extrémité, de forme hexagonale, s'emboîte dans la tête. Le tube une fois sorti, on se sert d'un outil spécial en forme d'étrier dont la tige centrale est pourvue d'une partie filetée venant prendre la place de la tête du tube intérieur. En agissant sur l'écrou, on exerce une traction qui déboîte le tube extérieur de ses portées dans les cloisons du collecteur (fig. 16). Pour introduire un tube analogue de rechange et le faire venir à bloc, on introduit par l'ouverture de la tête de la lanterne un outil analogue au premier : on tourne la traverse A de façon qu'elle vienne buter contre le bord de l'alvéole interne, puis on serre l'écrou qui s'appuie sur la face avant et bloque

la moyenne de la flotte correspondra à 9 cuirassés. Si, au contraire, ce changement dure six mois, elle correspondra à 9,5 cuirassés et trois mois à 9,7 cuirassés. Pour avoir toujours disponibles 10 cuirassés, il faudra, dans le premier cas, avoir 11 cuirassés et dans le dernier 10,3 cuirassés, soit une économie de 8/10 de cuirassé et, au prix actuel du cuirassé, 24 millions. Cette simple remarque met en évidence le grand avantage des chaudières multitubulaires démontables par pièces sur les chaudières ordinaires dont le changement exige l'ouverture des ponts. Malgré leur prix élevé, ces chaudières sont, par suite, avantageuses, même au point de vue financier. »

¹ La bataille de Yalu et ses conséquences dans la construction des bâtiments de guerre.

III

Nous pourrions encore parler du faible encombrement horizontal de la chaudière Nielauss, puis- qu'il n'est pas besoin d'en faire le tour; de la siccité de la vapeur, celle-ci ne pouvant prendre d'accélération dans les collecteurs par suite de la présence des lanternes et n'étant pas dirigée tout à fait jusqu'au niveau de l'eau dans le réservoir; de l'utilisation maxima de la partie métallique, c'est-à-dire de sa légèreté; de la liberté laissée aux dilatations au moment des brusques changements d'allure; enfin de la grande facilité des nettoyages intérieurs et extérieurs et de l'entretien. Nous nous contenterons de citer les résultats des essais effectués le 18 septembre dernier sur les générateurs de la canonnière russe de 2.000 chevaux Heraby, qui donneront une idée du degré de perfection obtenue.

L'appareil évaporatoire se compose de deux rangées adossées de quatre générateurs dont la surface de chauffe totale est de 630^m,60, la surface de grille de 20^m,80 et l'encombrement superficiel de 33^m,20, soit 9^m,78 × 3^m,60. Chaque générateur comprend neuf éléments qui comportent chacun 20 tubes vaporisateurs, inclinés de 1/10 sur l'horizontale, de

82 millimètres de diamètre et 1^m,50 de longueur, ce qui fait pour l'ensemble un total de 72 éléments et 1.440 tubes. Pendant six heures, la puissance maximum développée a dépassé de 10 %, celle prévue au marché et la consommation moyenne de charbon par cheval-heure a été de 750 grammes au lieu des 1.000 grammes permis.

Nous dirons en terminant que la chaudière Nielauss a été adoptée non seulement par la marine française mais par la plupart des marines étrangères, et en particulier par la marine allemande, qui a installé sur un croiseur une batterie de ce système d'une puissance de 1.000 chevaux. C'est un succès d'autant plus méritoire que, depuis 1893, une chaudière analogue à celle de Nielauss, dite chaudière Durr, était employée à bord de tous les grands bateaux du Rhin et que ce système fonctionnera également sur les nouveaux cuirassés en projet : *Saxe, Bavière* et *Bade*. Souhaitons que, dans les essais comparatifs qui ne peuvent manquer d'avoir lieu, la chaudière Nielauss remporte sur sa concurrente allemande une victoire, dont sa simplicité de construction et son bon fonctionnement sont les heureux présages¹.

Emile Demenge,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

I. — ZOOLOGIE GÉNÉRALE.

J'ai déjà eu l'occasion, dans plusieurs revues précédentes, de parler de l'isotropie de l'œuf. Cette question passionne toujours vivement les zoologistes, mais il semble qu'aujourd'hui on s'explique mieux les résultats contradictoires qu'on a obtenus et qu'on continue à obtenir suivant les groupes étudiés. Je rappellerai que, chez certains animaux, les Echinodermes, les Hydroméduses, les Téléostéens, etc., chacun des deux premiers blastomères isolé est capable de fournir un embryon complet; dans quelques cas, le développement de la larve peut même être obtenu aux stades 4 ou 8, et tout récemment Zoja a obtenu, chez des Méduses, des embryons entiers, quoique très petits, avec des blastomères isolés au stade 16. De tels résultats s'appuient sur des expériences trop nombreuses, et ils ont été vérifiés trop fréquemment pour qu'il soit possible de les nier. Mais, d'autre part, on sait que, chez d'autres animaux, ces expériences ont donné des résultats tout différents. D'après Crampton, chez les Gastéropodes, un blastomère isolé au stade 2 ne donne qu'un demi-embryon, comme Chabry l'avait observé depuis

longtemps chez les Tuniciers. La même chose arrive chez les Cténophores, d'après Chun, et Fischel l'a confirmé tout récemment: bien plus, lorsqu'à un œuf non segmenté de Cténophore on enlève un morceau de cytoplasma sans toucher au noyau, on obtient un embryon qui est incomplet en quelque point. Dans ces derniers temps, plusieurs auteurs ont suivi de très près la segmentation de certains œufs de Mollusques et d'Annélides: Conklin, Lilie, Mead, Kofoid, Meisenheimer, etc.; ces naturalistes ont soigneusement numéroté chaque blastomère pour en noter l'évolution; ils ont vu que non seulement chacun d'eux avait son rôle marqué, et cela dès le début de la segmentation, mais aussi que certains groupes de blastomères avaient la même destinée chez les Mollusques et les Annélides. Ainsi, Conklin a reconnu que la segmentation se

¹ Certains journaux scientifiques allemands ayant cru devoir citer le système Durr comme antérieur au système Nielauss, nous rappellerons que, dès 1885, le générateur français Collet, dont nous donnons la coupe (fig. 18), appliquait le principe du collecteur sur lequel s'adaptent les tubes et que la chaudière Nielauss en a été le perfectionnement tout indiqué, la maison Nielauss ayant succédé à la maison Collet: il semblerait donc plutôt que M. Durr s'est en-piré des nombreux travaux que les chaudronniers français ont effectués dans ce genre de chaudières avant 1890.

passait d'une manière identique jusqu'au stade 28, chez les Annélides, les Polyclades et les Gastéropodes, et que les trois feuillettes primaires, le système nerveux, etc., avaient la même origine. Lillie a étendu ces ressemblances aux Lamellibranches et Mead les a particulièrement reconnues chez les Annélides marines.

Ces résultats très précis et très généraux montrent, dans les œufs observés, une spécialisation si hâtive qu'il est impossible de soutenir que de tels œufs sont isotropes lorsque la segmentation commence. D'un autre côté, dans les cas où l'œuf est manifestement isotrope au début, et où l'on obtient des développements entiers aux stades 2, 4 ou 8, il est très évident qu'à un moment donné les cellules se spécialisent. Tout se réduit donc à une question de temps, la spécialisation étant très tardive dans certains groupes (Echinodermes), très précoce dans d'autres (Mollusques). Wilson fait remarquer à ce sujet qu'il ne faut pas faire commencer le développement et la différenciation de l'œuf à la segmentation, le début de ces actes étant plus ancien et remontant à l'histoire ovarienne de l'œuf. L'œuf commence par être isotrope, et les différenciations qu'il subit pendant son évolution en spécialisent les différentes parties, mais ces différenciations peuvent se faire à des époques très différentes, *soit avant, soit pendant la segmentation*.

Au reste, les auteurs n'ont peut-être pas prêté une attention suffisante à la composition même des œufs qu'ils étudiaient; l'abondance du vitellus me paraît, en effet, devoir être prise en sérieuse considération. Un œuf d'Oursin ou d'Amphioxus, pauvre en vitellus, n'est pas identique à un œuf, riche en vitellus, d'un Mollusque ou d'un Batracien. Les matériaux de l'œuf offrent certains groupements dont dépendent les destinées de chaque partie, et je crois que la quantité de vitellus influe sur ces groupements. Je rappellerai, à ce sujet, une expérience fort intéressante de Morgan, qui a vu qu'un blastomère de Grenouille isolé au stade 2 donnait tantôt un embryon entier, tantôt un demi-embryon, suivant la position imposée à ce blastomère. Si on le laisse dans sa position normale, il donne *toujours* un demi-embryon; si, au contraire, on le retourne, il donne *ordinairement* — mais pas toujours — un embryon tout entier. Il y a donc eu, dans ce dernier cas, une rotation des matériaux de l'œuf, un réarrangement sous l'influence de la pesanteur: le blastomère a en lui tous les matériaux nécessaires à la formation d'un embryon entier, mais, suivant l'arrangement de ces matériaux, c'est tantôt l'embryon entier, tantôt un demi-embryon seulement qui prend naissance.

Une autre question à l'ordre du jour est celle des

régénérations et des greffes animales et de nombreux mémoires ont été publiés sur ce sujet en 1897. Les greffes peuvent s'opérer de plusieurs manières et Giard en a donné une classification très rationnelle; ce savant distingue en effet:

La greffe *autoplastique*, quand la partie empruntée à un être est soudée à ce même être, avec ou sans changement d'orientation ou de position;

La greffe *homoplastique*, quand la greffe et le sujet greffé appartiennent à des individus différents de la même espèce;

Et la greffe *hétéroplastique*, quand la greffe et le sujet greffé appartiennent à des espèces différentes et plus ou moins voisines.

Les travaux de Joest et de Born ont montré avec quelle facilité extraordinaire les greffes pouvaient se faire chez certains animaux. Joest a opéré chez les Lombrics et il a varié ses expériences à l'infini: il a obtenu des greffes autoplastiques, homoplastiques ou hétéroplastiques en réunissant des parties semblables ou dissemblables, de mêmes dimensions ou de dimensions très différentes, orientées normalement ou non; il a eu des réunions parallèles de deux individus, il a fabriqué des animaux soudés en cercles, etc. Les résultats les plus remarquables sont ceux qu'il a obtenus entre espèces différentes: *Allolobophorus terrestris* et *Lumbricus rubellus*, *L. rubellus* et *All. caliginosa* ou *All. cyanea*, etc. Le mémoire que cet auteur a publié est fort curieux et les dessins qui l'accompagnent sont très suggestifs. Born a fait des expériences analogues sur des têtards de Batraciens et il a obtenu des réunions, dans les conditions les plus diverses, entre animaux de même espèce ou d'espèce différente: notamment les têtards de *Bombinator igneus* et de *Rana esculenta* donnent des greffes hétéroplastiques avec la plus grande facilité. J'ajouterai que Wetzel a aussi obtenu des succès dans ses expériences de transplantation chez l'Hydre, mais à la condition d'opérer sur la même espèce.

Dans son important ouvrage sur l'hérédité, Delage avait cru pouvoir conclure de ses expériences qu'il y avait antagonisme entre la greffe et la régénération: « Un Lombric, une Planaire, écrivait-il, n'acceptent pas la greffe d'un morceau détaché, ni même, d'ordinaire, la simple cicatrization d'une incision. » Giard a déjà montré la fausseté de cette assertion, que les expériences de Joest, de Born et de Wetzel contredisent formellement, ces auteurs ayant eu de nombreuses réussites dans leurs tentatives de transplantation chez des animaux où la faculté de régénération est très accusée.

La régénération est connue chez le Lombric et

chez d'autres Annélides depuis fort longtemps; mais aux dépens de quels tissus s'effectue-t-elle? Michel a constaté chez les Annélides et Hapke chez les Naidés que tous les bourgeons, même le bourgeon de régénération du tube digestif, provenaient de l'ectoderme. Rievel affirme, au contraire, que c'est l'endoderme qui régénère le tube digestif, mais Wagner, qui avait d'abord cru pouvoir confirmer les observations de Rievel, a reconnu que les organes régénérés par l'endoderme étaient provisoires et se trouvaient remplacés par des organes d'origine ectodermique. Il semble donc prouvé que, chez toutes les Annélides étudiées, c'est aux dépens de l'ectoderme que les parties se régénèrent.

Korschelt a pu s'assurer que, chez le Lombric, cette faculté de régénération était plus grande encore qu'on ne le croyait jusqu'alors. Il a vu des morceaux de la région moyenne du corps régénérer une extrémité antérieure et une extrémité postérieure; dans une de ses expériences, un morceau de vingt-trois segments seulement a régénéré une extrémité antérieure de vingt-cinq segments et une extrémité postérieure de soixante-deux segments. Au contraire, d'après Koch, la faculté de régénération aurait été exagérée chez les Amphibiens. Le remplacement de l'œil *in toto* ne se produirait jamais: pour que l'œil se reproduise, il est nécessaire que l'ablation ne soit pas absolument complète.

Chez les Planaires, la faculté de régénération est très grande et H. Randolph, en coupant un individu en huit morceaux, a pu obtenir huit Planaires nouvelles. Des sections longitudinales incomplètes lui ont donné des individus à deux têtes, à deux queues, etc.

Lillie a aussi recherché quelles étaient, chez les *Stentor*, les plus petites parties capables de régénération, et il a observé que des parties n'ayant

que le $\frac{1}{27}$ du volume total étaient susceptibles de régénération. Chez l'Hydre, des morceaux n'ayant que le $\frac{1}{100}$ ou même le $\frac{1}{200}$ du volume total ont fourni à Florence Peckles des individus incomplets et qui n'ont pas pu acquiescer plus de deux tentacules.

En étudiant la régénération du tarse qui suit l'autonomie des pattes chez les larves et les nymphes de deux insectes de la Réunion (*Monandrop-tera immanis* et *Rhaphiderus scabrosus*), Bordage a observé ce fait très curieux que les tarses régénérés étaient toujours tétramères, et non pentamères comme ils le sont normalement. L'importance de cette observation a été mise en lumière par Giard, qui interpréta ce fait comme une tendance à faire apparaître dans la partie régénérée, non pas une

forme nouvelle (ou accidentelle) mais une disposition ancestrale existant souvent encore dans des espèces voisines de celles étudiées. Ainsi les Lépidoptères, représentants ancestraux des Orthoptères, sont tétramères. Giard cite quelques exemples fort remarquables de faits analogues. Chez certains Lézards, la queue régénérée présente une écaillure différente de celle du groupe dont ils font partie et rappelant une forme phylogénétique antérieure: ainsi les *Gymnophthalmus* régénèrent une queue d'*Heterodactylus*. Les appendices dorsaux des *Tethys* se ramifient en se régénérant et ils rappellent alors le type des Tritoniadés dont les *Tethys* descendent. Giard a donné à ces cas très intéressants le nom de *régénérations hypotypiques*.

Dans un travail tout récent, Wagner cite plusieurs exemples de régénérations hypotypiques chez les Sauriens. Les cas les plus remarquables qu'il indique se rapportent à des Lézards dont la queue régénérée présente une écaillure plus compliquée que la première; cela arrive quand il s'agit d'espèces qui descendent de formes ancestrales plus élevées dont elles proviennent par dégénérescence.

Il est très vraisemblable que, l'attention étant maintenant fixée sur ces phénomènes si curieux, les zoologistes auront l'occasion d'en retrouver de nouveaux exemples.

II. — ZOOLOGIE SYSTÉMATIQUE.

D'importants travaux ont été publiés en 1897 sur les Sporozoaires, notamment sur les Coccidies, et ceux qui se rapportent à ce dernier groupe renversent complètement les idées généralement admises sur l'évolution de ces êtres. L'un des plus remarquables est celui de Simond, qui a prouvé d'une manière indiscutable l'exactitude des idées émises, dès 1892, par R. Pfeiffer sur le dimorphisme évolutif des Coccidies, et qui arrive aux conclusions suivantes. Les *Coccidium*, *Klossia*, etc., où l'on observe des kystes produisant des spores, qui elles-mêmes renferment des sporozoïtes, sont des formes de résistance grâce auxquelles le parasite peut subsister hors de son hôte et se transmettre à un autre animal. A ces formes se trouve associée, pour chaque espèce, une autre forme, du type décrit autrefois sous le nom d'*Eimeria*, où la Coccidie évolue dans la cellule infestée en un bouquet de sporozoïtes nus. Ces *Eimeria* et les genres voisins, loin de former un groupe indépendant, comme Labbé l'a soutenu, ne constituent donc, dans l'histoire des Coccidies, qu'un premier cycle évolutif caractérisé par la multiplication dans l'intérieur même de l'hôte infesté: c'est le cycle endogène asporulé. Le deuxième cycle, qui permet la conta-

gion aux autres animaux et assure la conservation de l'espèce, est le cycle exogène sporulé.

La coexistence, chez un même animal, d'*Eimeria* et de *Coccidium*, a été constatée non seulement par Pfeiffer, mais par Mingazzini, Clarke, Schuberg et, à différentes reprises, par Léger : ces auteurs avaient déjà suggéré que l'évolution des Coccidies comportait deux formes distinctes, manière de voir qui a été vivement combattue, notamment en France, par Schneider et par Labbé. Simond a non seulement cité des exemples nouveaux de cette coexistence et prouvé que les anciens genres *Karyophagus* et *Pferferia* appartenaient au genre *Coccidium*, mais il a établi expérimentalement la dépendance de ces deux formes dans une expérience très élégante. Il a élevé, à l'abri de tout Sporozoaire, des petits lapins issus d'une mère exempte de coccidiose. L'un d'eux a reçu dans ses aliments des kystes mûrs de *Coccidium* : il en est résulté une coccidiose intense et, après la mort de l'animal, l'examen des tissus a montré des *Eimeria* à côté des *Coccidium*. Ces deux formes font donc partie du cycle évolutif d'une seule et même espèce.

Le dimorphisme des Coccidies étant établi d'une manière irréfutable, la classification de ce groupe se trouve être complètement bouleversée ; il devient indispensable de la refondre entièrement et de remanier les genres actuellement admis, dont beaucoup devront disparaître.

Au moment où paraissait le travail de Simond, Léger, dans un mémoire sur les Coccidies des Arthropodes, parvenait à établir ce fait qu'actuellement il n'existe plus un seul Arthropode renfermant une Coccidie à kystes durables qui n'héberge en même temps une Coccidie à type eimérien, et réciproquement. Il concluait donc en faveur du dimorphisme évolutif, mais la preuve expérimentale, qui devait être donnée par Simond, lui faisait encore défaut.

Ce même dimorphisme existe-t-il chez les Grégaires ? Léger incline à le croire et, dans le mémoire cité plus haut, il a cherché à en donner la preuve. Caullery et Mesnil, en étudiant un *Gonospora* parasite du *Dodecaceria*, ont vu les sporozoïtes, après leur pénétration dans les cellules de l'intestin de l'hôte, s'y transformer en un barillet tout à fait analogue à une *Eimeria*. Les sporozoïtes de ce barillet passent ensuite dans la cavité générale pour y devenir des Grégaires. Il y a donc, chez ce *Gonospora*, une phase de multiplication asporulée analogue à celle qu'on observe chez les Coccidies.

Le travail de Simond que je citais plus haut renferme encore un autre résultat d'une grande importance. Dans les trois Coccidies qu'il a étudiées, l'auteur a rencontré, à côté de la forme asporulée, une autre forme où les sporozoïtes constituent des sortes de flagellums très mobiles, for-

més presque exclusivement par un axe de chromatine (d'où le nom de *chromatozoïtes*) et groupés autour d'un nucleus de reliquat qu'ils peuvent abandonner pour se mouvoir en liberté. Metchnikoff, qui avait déjà observé ces corps en 1890, avait été frappé de leur analogie avec les corps à flagelles décrits par Laveran dans l'hématozoaire du paludisme et aperçus également par Danilevsky, Podvisowsky, Clarke, etc. Dans ces dernières années, on admettait volontiers en France, surtout après les observations de Labbé (dont j'ai résumé les travaux dans la Revue annuelle de Zoologie de 1895¹), que ces corps à flagelles, ces *Polymitus*, n'étaient que des aspects particuliers que prenaient les Sporozoaires en mourant dans les préparations microscopiques. Or, les recherches de Simond prouvent que ce sont des productions normales, faisant partie de l'évolution du parasite. A la vérité, ces corps se rencontrent très rarement et Simond a reconnu qu'ils ne se présentaient chez les animaux qu'au début de l'infection : c'est là sans doute la raison pour laquelle ils ont échappé à la plupart des observateurs. Simond émet l'hypothèse que ces chromatozoïtes sont des éléments mâles qui iraient féconder les sporozoïtes nus appartenant au cycle asporulé, mais il n'a pas pu assister à la fécondation.

Schaudinn et Siedlecki ont été plus heureux, et ils ont pu découvrir une véritable fécondation chez deux Coccidies parasites des Lithobius (*Adelea ovata* et *Eimeria Schneideri*). Il se forme, dans ces deux espèces, des sporozoïtes de deux tailles, que les auteurs considèrent comme des macrogamètes et des microgamètes, et qui se conjuguent deux à deux. Il y a une certaine variété dans le détail du phénomène. Chez l'*Adelea*, la conjugaison est précédée de l'expulsion d'une partie du noyau femelle et le noyau de la microgamète se divise en quatre parties dont une seule se réunit au noyau de la macrogamète. Chez l'*Eimeria*, il n'y a pas de rejet analogue et la microgamète se présente sous forme d'un filament chromatique allongé qui rappelle beaucoup le chromatozoïte de Simond.

J'ajouterais enfin que, tout récemment, Léger et flagenmüller ont retrouvé, chez plusieurs Coccidies du groupe des Disporées, un stade à chromatozoïtes et qu'ils ont pu s'assurer que ces éléments allaient féconder les macrogamètes. L'existence, chez les Coccidies, d'une fécondation à l'aide de corps analogues aux chromatozoïtes de Simond, paraît donc prouvée actuellement.

Le rejet nucléaire observé chez l'*Adelea* est très intéressant et peut être rapproché de faits analogues qui ont été décrits par Labbé chez une autre

¹ Revue générale des Sciences, 1895, p. 273.

Coccidie (*Klossia*) et par Roboz et Wolters chez les Grégariens (*G. flava*, *Monocystis*). Je rappellerai à ce sujet que des éliminations nucléaires du même genre viennent d'être décrites par Schaudinn chez l'*Actinophrys* et par Hertwig chez l'*Actinosphaerium*. Ces phénomènes sont tout à fait comparables à l'expulsion des globules polaires qui caractérisent le début de l'ontogénèse des Métazoaires, et il est fort probable que des observations plus nombreuses en feront connaître de nouveaux exemples.

Une forme particulière et très intéressante de cette épuraison nucléaire a été observée par Cuénot chez une Grégarine (*Diploecystis*) parasite du Grillon. Au moment de la conjugaison, on distingue, à côté du noyau, un petit globule chromatique, sorte de micronucléus qui jusqu'alors n'était pas visible. Le noyau entre en dégénérescence, se dissocie, et finalement disparaît, tandis que ce petit globule grossit beaucoup, puis se divise en 2, 4, 8, etc., nouveaux noyaux dont chacun passera dans une des spores. Les choses se passent donc ici comme chez les Infusoires : il semble que l'ancien noyau, usé et vieilli, soit incapable de se diviser pour former les noyaux des descendants de la Grégarine; aussi est-il remplacé par le micronucléus jeune et actif. D'après Cuénot, ce dernier n'aurait pas une origine sexuelle, et le remplacement du noyau par cet élément nouveau aurait simplement le caractère d'une épuraison nucléaire.

Parmi les travaux les plus intéressants qui se rapportent à l'histoire des Métazoaires, je signalerai d'abord celui de Mastermann intitulé : *On the Diplochorda*, dans lequel il étudie trois types fort peu connus et dont il fixe nettement les affinités jusqu'à maintenant très douteuses : le *Phoronis*, le *Cephalodiscus* et le *Rhabdopleura*. Commencant par l'organisation de la larve du *Phoronis* ou *Actinotroque*, il établit la valeur morphologique de deux diverticules pharyngiens dont les auteurs n'avaient pas encore découvert la signification, et dont les cellules offrent une vacuolisation identique à celle de la corde dorsale des Vertébrés. En fait, ces deux organes sont les homologues de cette corde, et Mastermann les appelle les *pleurochordes*. Leur disposition paire n'est pas une difficulté pour soutenir cette homologie, au contraire. Nous sommes, en effet, habitués à voir les organes impairs procéder, ontogénétiquement ou phylogénétiquement, d'ébauches paires; de plus, on trouve dans le développement de la corde chez le *Balanoglossus*, chez l'*Amphioxus* et même chez les *Chéloniens*, des indications manifestes d'une symétrie bilatérale. Ces pleurochordes disparaissent chez le *Phoronis* adulte.

Mastermann a retrouvé chez le *Cephalodiscus*

une paire de diverticules pharyngiens identiques à ceux de l'*Actinotroque*; mais ce n'est pas tout. Si l'on compare l'*Actinotroque*, le *Cephalodiscus* et le *Rhabdopleura*, on trouve chez ces trois types une identité d'organisation remarquable : le corps est divisé en trois parties, lobe préoral, collier et tronc, dont la seconde porte des tentacules soutenus par un squelette chondroïde et à chacune desquelles correspond une division du coelome; un diverticule pharyngien pair (qu'il reste à découvrir chez le *Rhabdopleura*) représente la notochorde; le système nerveux est dorsal et en connexion avec l'ectoderme; les systèmes circulatoire et musculaire offrent la même structure, etc.

Ces ressemblances ne sauraient être niées, et Mastermann s'en autorise pour réunir les trois types en un seul groupe, les *Diplochordés*, qu'il divise en :

Phoronidés (pleurochordes absentes chez l'adulte);

Cephalodiscidés (des fentes branchiales);

Rhabdopleuridés (pleurochordes inconnues).

Comparant ensuite les Diplochordés aux Balanoglosses ou Hémichordés, l'auteur retrouve une même division du corps en trois régions, une notochorde médiane impaire, une disposition identique des systèmes musculaire, nerveux, circulatoire, etc.; les plus grandes différences consistent en une segmentation secondaire du tronc et une transformation des pores branchiaux en un appareil respiratoire compliqué. Aussi propose-t-il de réunir, sous le nom d'*Archichordés*, les Diplochordés et les Hémichordés, et il oppose ces Archichordés aux *Euchordés* qui renferment les Tuniciers, l'*Amphioxus* et les Vertébrés. Ces Archichordés présentent les caractères généraux suivants : corps composé de trois parties à chacune desquelles correspond une division du coelome; corde dorsale paire ou impaire gardant ses connexions avec le pharynx; un squelette chondroïde mésodermique; un système nerveux dorsal, etc.

D'intéressantes considérations phylogénétiques, qui ne seront sans doute pas admises par tous les zoologistes, sont développées par Mastermann; mais quelle que soit l'opinion que l'on adopte sur ce point, la réunion en un même groupe du *Balanoglossus* et des Diplochordés s'impose. À l'aide d'une ingénieuse hypothèse sur le mode primordial de division du coelome, cet auteur cherche à montrer que les formes à symétrie bilatérale peuvent provenir d'un type ancestral radiaire qui aurait été également le point de départ des Echinodermes. Ainsi, les ressemblances qui ont été reconnues depuis longtemps entre les larves d'Echinodermes et de *Balanoglossus* se trouveraient expliquées.

L'étude du développement de l'*Asterina* a même permis à M. Bride de préciser ces ressemblances.

Le mode de formation des cavités coelomiques qu'il a observé chez cette Astérie rappelle, en effet, ce qui est connu chez le *Balanoglossus*, et l'hydrocèle des Echinodermes serait homologue à la cavité du collier. Chose curieuse, chez le *Cephalodiscus* cette cavité se continue dans les tentacules, de même que, chez les Echinodermes, l'hydrocèle se continue dans les canaux aquifères.

On sait que la larve d'*Asterina* prend une forme spéciale en T grâce au développement d'un volumineux lobe préoral. Elle ne conserve pas longtemps son existence libre et elle se fixe pour se métamorphoser; la fixation a précisément lieu par ce lobe préoral. Celui-ci, en s'allongeant, se transforme en un petit pédoncule homologue à celui des Crinoïdes. M. Bride croit que toutes les larves d'Astéries ont dû se fixer primitivement et que les trois papilles des *Brachiolaria* doivent être considérées comme des restes d'un appareil fixateur ancestral. Il est à remarquer, d'ailleurs, que toutes les larves d'Astéries ont un volumineux lobe préoral, qui manque aux Ophiures et aux Echinides. Toutes ces raisons tendent à faire croire que les Echinodermes primitifs étaient fixés comme les Crinoïdes et ne ressemblaient nullement aux Holothuries, ainsi que quelques auteurs l'ont suggéré.

Heymons et Uexel ont comblé une grosse lacune en nous faisant connaître, chacun séparément, le développement des Thysanoures, sur lequel il était important d'être renseigné vu l'état d'infériorité de ce groupe. Chez les Lepismes comme chez les *Campodea*, la segmentation est superficielle, mais, dans ce dernier genre, l'amnios et la membrane séreuse font totalement défaut, tandis que ces formations existent chez les Lépismes. D'une manière générale, il ressort des observations de ces auteurs que le développement des *Campodea*, formes primitives, est très simple et rappelle celui des Myriapodes, des Géophilés notamment, tandis que celui des Lépismes, plus élevés en organisation, est plus complexe et offre des ressemblances frappantes avec celui des Orthoptères.

L'absence d'amnios dans le groupe le plus inférieur des Thysanoures est fort instructive à noter. Ce n'est pas qu'on ne puisse en citer d'autres cas, mais alors cette absence doit être interprétée comme une perte d'organe due à une dégénérescence causée par le parasitisme : c'est ce qui arrive chez certains Hyménoptères parasites (*Pteromalina*, *Polynema*). Nous devons à Kulagin quelques renseignements sur le développement de ces Hyménoptères, et surtout du *Platygaster instructor*. Cet insecte possède un amnios, mais qui prend naissance d'une manière très particulière et très simple : dès que la blastula est formée, certaines cellules

s'en détachent, se dispersent irrégulièrement, puis finissent par se réunir en une membrane qui entoure complètement l'embryon.

Les Hyménoptères parasites offrent parfois, au cours de leur développement embryonnaire, des phénomènes fort remarquables : P. Marchal vient d'en signaler un exemple fort intéressant chez l'*Encyrtus fuscicollis*. Ce Chalcidien dépose ses œufs dans les œufs mêmes de l'Hyponomeute du fusain; chacun de ces œufs, au lieu de constituer un seul embryon, se divise de très bonne heure en un grand nombre de petites masses qui se disposent en file et dont chacune deviendra un embryon distinct. Ces masses restent enfermées dans l'amnios, qui s'allonge en une sorte de long tube flexueux : on avait déjà signalé, mais sans en connaître le mode de formation, ces chaînes si curieuses d'embryons parasites dans les chenilles de l'Hyponomeute. Chaque œuf de l'*Encyrtus* peut donc donner naissance à un très grand nombre d'embryons. Ce mode de reproduction est d'autant plus intéressant qu'il était jusqu'ici sans exemple chez les Insectes.

J'avais espéré pouvoir exposer cette année le développement du Nautilé, qui jusqu'ici est resté totalement inconnu. Willey a annoncé, en effet, qu'il avait pu obtenir des pontes de Nautilé à l'île de Lifou, au mois de décembre 1896; malheureusement, il n'a encore publié qu'une note préliminaire où les œufs sont décrits, mais qui ne fournit aucun renseignement sur leur développement. Ces œufs sont pondus isolément et ils sont de grande taille, car ils mesurent 43 millimètres de long sur 16 millimètres de large : ces dimensions sont dues principalement à la présence d'une double enveloppe très épaisse, car le vitellus lui-même ne dépasse pas 17 millimètres de longueur. Il faut espérer que l'auteur a pu suivre le développement de ces œufs et qu'il le fera connaître prochainement.

Un autre animal dont le développement serait aussi fort intéressant à connaître complètement est le *Lepdosiren* : G. Kerr a été assez heureux pour pouvoir en suivre quelques phases au Paraguay, mais il n'a encore publié qu'un court résumé de ses observations. L'œuf est très grand et il mesure 7 millimètres de diamètre; avant la ponte, il est entourée d'une enveloppe gélatineuse qui durcit ensuite. La segmentation est d'abord holoblastique et inégale et la gastrulation rappelle celle des Amphibiens et des Cyclostomes. La larve offre des branchies et une ventouse provisoires qui disparaissent six semaines après l'éclosion.

Depuis quelques années, Grassi poursuit des recherches très importantes sur le développement d'une famille de Poissons, qui, pour être très com-

muns, n'en offraient pas moins une histoire fort obscure jusqu'à ces derniers temps : je veux parler des Murénidés et de l'Anguille en particulier. L'auteur s'est d'abord occupé des espèces marines et il a pu établir que les larves des Murénidés étaient les *Leptocéphales*, formes pélagiques dont on avait fait autrefois une famille distincte. Au moment de la reproduction, les Murénés descendent à de très grandes profondeurs pour pondre leurs œufs : aussi les Leptocéphales qui en sortent restent-ils cantonnés dans ces profondeurs ; ils apparaissent à la surface et n'y arrivent qu'à la faveur de courants violents déterminant de grands déplacements d'eau, comme on en observe parfois dans le détroit de Messine, où les Leptocéphales sont assez fréquents. Au cours de leur évolution, ces Leptocéphales changent plusieurs fois de forme et les stades successifs ont été pris autrefois pour des espèces distinctes. Actuellement, Grassi a pu découvrir les larves de la plupart des Murénidés de la Méditerranée : il a établi, par exemple, que les *Leptocephalus Morristi* et *punctatus* étaient les larves du Congre vulgaire, les *Leptocephalus Haeckeli*, *Yarelli* et *Bibroni*, celles du *Congromuraena mystar*, etc. Quant à l'Anguille, sa larve est le *L. brevirostris*, qui vit en abondance dans le détroit de Messine, mais toujours à des profondeurs considérables. Grassi a suivi toutes les étapes de sa transformation en Anguille. Voici, d'après ses observations, confirmées et étendues par Petersen, le résumé de l'histoire biologique de l'Anguille.

D'abord les différentes espèces *A. latirostris*, *mediostrostris*, *acutirostris*, *Kieneri*, qui ont été décrites par les auteurs, ne seraient que les formes successives que prend l'Anguille suivant son âge, son sexe, et surtout suivant le développement des organes génitaux. Au moment de la reproduction, l'Anguille, qui se présentait jusqu'alors sous la forme *latirostris* ou *mediostrostris*, descend, comme on sait, les cours d'eau, et se dirige vers la mer ; elle prend alors sa parure de noce, c'est-à-dire que les téguments deviennent argentés sur les flancs, les nageoires pectorales plus ou moins noires et les yeux s'agrandissent : c'est l'*A. acutirostris*. Les organes sexuels ne sont pas encore mûrs, car on n'a jamais observé dans les Anguilles d'eau douce ni spermatozoïdes, ni œufs complètement développés. Cette maturité ne s'acquiert que quand l'Anguille arrive dans les profondeurs de la mer et prend la forme *Kieneri*. Elle pond alors les œufs d'où naissent les Leptocéphales, et ceux-ci ne se transformeront en Anguilles qu'après une métamorphose très longue et très compliquée, dans le détail de laquelle je ne puis entrer. Cette métamorphose dure plus d'un an, après quoi les jeunes Anguilles remonteront les cours d'eau et deviendront adultes.

Puisque je viens de parler de travaux se rapportant au développement d'animaux Vertébrés, je ne veux pas passer sous silence une très intéressante observation de Hill, qui a découvert chez deux Marsupiaux appartenant au genre *Perameles* (*P. obesula* et *nasuta*) un véritable placenta. La disposition des membranes fœtales ressemble beaucoup à celle du *Phascocartetus* que j'ai eu l'occasion de décrire et de figurer dans la Revue annuelle de Zoologie de 1896¹, mais chez les *Perameles*, l'allantoïde, au lieu de constituer un simple appendice respiratoire, forme un vrai placenta discoïde. Le développement est remarquable à cause des transformations qui se passent au début dans l'épithélium utérin : celui-ci se convertit en un véritable syncytium où pénétrèrent les capillaires de l'allantoïde ; un peu plus tard, les vaisseaux maternels et fœtaux ne sont plus séparés que par leurs parois endothéliales.

III. — FAUNES ET GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE.

Parmi les travaux relatifs aux faunes marines, je signalerai d'abord le volume que Locard vient de publier sur les Mollusques testacés recueillis par le *Travailleur* et le *Talisman*, et qui fait partie des *Résultats scientifiques des campagnes du « Travailleur » et du « Talisman »*. La publication de cette importante collection s'est effectuée jusqu'à maintenant avec une certaine lenteur, mais il y a lieu d'espérer que dorénavant les volumes se succéderont plus rapidement. M. Milne-Edwards ayant confié, en même temps qu'à M. Locard, l'étude de plusieurs groupes importants à des spécialistes de province dont les travaux sont déjà très avancés. Le volume qui vient de paraître ne renferme que la moitié des Mollusques, et il traite seulement des Scaphopodes et d'une partie des Gastéropodes ; il sera suivi d'un autre volume, actuellement sous presse, qui comprendra la fin des Gastéropodes et les Lamellibranches. J'aurai l'occasion de revenir sur ce travail quand ce deuxième volume aura paru. Je me contenterai, pour le moment, d'attirer l'attention sur un ensemble de Mollusques qui peuvent vivre à un niveau variant de plus de 2.000 mètres de profondeur et qui constituent ce que Locard appelle la faune *polybathique*. Ces niveaux sont compris entre la limite du balancement des marées et les plus grands fonds exploités. Toutes les classes de Mollusques sont comprises dans cette faune polybathique, mais dans des proportions variables. Ainsi, sur 319 Gastéropodes dragués par le *Travailleur* et le *Talisman*, 43 espèces sont polybathiques, tandis que sur 31 Scaphopodes on compte 17 es-

¹ Revue générale des Sciences, 1896, p. 220.

pèces, et sur 239 Lamellibranches on relève 45 espèces polybathiques. La proportion des Lamellibranches et des Scaphopodes polybathiques est donc bien supérieure à celle des Gastéropodes.

La limite supérieure à laquelle la faune polybathique apparaît est très variable : quelques Lamellibranches vivant normalement dans la zone littorale peuvent descendre à 3.000 mètres ; les Gastéropodes polybathiques ne commencent à se manifester que dans la zone corallienne.

Parmi les autres travaux relatifs aux faunes profondes, je signalerai un beau mémoire de Milne-Edwards et Bouvier sur les Galathéidés du *Blacke*, différentes publications du *Museum of Comparative Zoology*, la continuation des *Illustrations* de l'« *Investigator* », et enfin les *Résultats scientifiques de la Campagne du « Caudan »*, qui ont été analysés dans la *Revue* en 1897⁴.

Quelques fascicules des *Ergebnisse* de l'Expédition du *Plankton* ont paru récemment. Le plus important est celui de Chun sur les Siphonophores, qui fournit des renseignements très précieux sur la répartition de ce groupe. Autant ces animaux sont fréquents dans les régions chaudes des Océans, autant ils sont rares dans les parties froides. On ne trouve dans ces dernières qu'un petit nombre d'espèces, mais qui sont tout à fait caractéristiques ; ce sont : *Diphyes borealis*, *Galeolaria truncata* et *biloba* et *Cupulita cara*. Beaucoup d'espèces connues pour habiter l'Atlantique manquent dans les collections recueillies par l'expédition, où les Phorskalidés, les Agalmidés et les Physophoridés notamment font presque complètement défaut. Les espèces capturées par le *National* sont précisément identiques à celles que Chun observait aux Canaries, de septembre à décembre, tandis que celles qu'il ne voyait apparaître qu'en janvier manquent totalement. Les conclusions développées par Chun sur la périodicité dans l'apparition des organismes pélagiques, et que j'ai déjà exposées ici-même², reçoivent donc une nouvelle confirmation.

Le travail de Chun renferme aussi d'importantes recherches sur l'organisation des Siphonophores et une nouvelle classification du groupe qu'il divise en *Calycephorés* et *Physophorés*, modifiant ainsi de fond en comble la classification de Hæckel en Siphonanthes et Disconanthes. On sait que, d'après ce dernier auteur, les Disconanthes descendraient des Tracéméduses et se développeraient par une larve à huit rayons (*Disconula*), tandis que les Siphonanthes proviendraient d'une larve bilatérale (*Siphonula*) et descendraient des Anthoméduses. Or, Chun a reconnu que les Vélèles ont une larve

bilatérale tandis que leurs bourgeons médusoïdes ont les caractères des Anthoméduses. Les Siphonophores n'ont donc pas une origine diphylétique et les Disconanthes deviennent, dans la classification de Chun, un simple sous-ordre des Physophorés.

Dans un autre travail, Chun fait une intéressante comparaison entre le Plankton des mers arctiques et celui des mers antartiques. Dans ces régions très froides, la faune pélagique est caractérisée par une pauvreté relative en espèces et une très grande richesse en individus. Toute une série de formes fait à peu près complètement défaut dans les mers polaires : les Siphonophores, les Janthines, les larves d'animaux fixés, etc. La faune pélagique antartique serait peut-être plus riche en espèces que la faune arctique : cette différence s'expliquerait, d'après Chun, par le régime des courants, mais surtout par ce fait que l'Océan Glacial antartique communique très largement avec les trois grands Océans et qu'ainsi les espèces peuvent y pénétrer plus facilement que vers l'autre pôle.

Les ressemblances qui apparaissent quand on considère les caractères généraux de la faune pélagique se retrouvent aussi lorsqu'on compare ensemble les espèces isolées. Il y a des formes absolument identiques dans les faunes arctique et antartique, par exemple les *Sagitta hamata* et *Fritillaria borealis*. Chun pense que ces ressemblances proviennent de ce que, actuellement encore, il y a un mélange de ces deux faunes pélagiques, mélange qui s'effectuait par les profondeurs, et il cite à ce sujet la *S. hamata* qu'on trouve dans les zones superficielles des Océans arctique et antartique, ainsi que dans les régions profondes intermédiaires de l'Atlantique équatorial et tempéré. Le cas de la *S. hamata* est, jusqu'à présent, unique, mais il est certain que des recherches ultérieures en feront connaître d'autres.

Les faits constatés par Chun sont d'autant plus intéressants et l'explication qu'il en donne d'autant plus plausible, qu'un autre auteur, Ortmann, après avoir constaté des ressemblances frappantes entre les faunes littorales arctique et antartique, a prouvé également que le mélange s'effectuait par les profondeurs. J'ai analysé avec détail le travail d'Ortmann dans la *Revue* de l'an dernier.

Parmi les autres mémoires relatifs aux faunes marines, il convient de citer l'ouvrage splendidement illustré de Ludwig sur les Astéries du golfe de Naples ; une monographie due à Hansen des *Chonistomatidés*, ces curieux Copépodes parasites des Crustacés supérieurs déjà étudiés par Giard et Bonnier, dont j'ai déjà analysé les travaux il y a deux ans ; une étude de Hæcker sur les larves pélagiques des Polychètes où cet auteur établit un grou-

⁴ *Revue générale des Sciences*, 1897, p. 720.

² *Revue générale des Sciences*, 1892, p. 86.

pement naturel des larves du golfe de Naples en correspondance avec les familles; une revision des Spionidiens de Mesnil, etc. J'ajouterai enfin que quelques naturalistes se sont préoccupés de rechercher l'origine de certains récifs coralliens en vue de confirmer ou d'infirmer la théorie de Darwin. Edgworth a opéré, dans les récifs de Funafuti, des forages, qu'aux dernières nouvelles recues il avait poussés à 192 mètres. A cette profondeur, il se trouvait encore en pleine masse corallienne. La formation de ces récifs est donc due à un affaissement, conformément à la théorie de Darwin. Crâmer a constaté également que cette théorie était applicable aux récifs des îles Samoa. D'autre part, on sait que les observations récentes d'Agassiz aux îles Bermudes et aux îles Lucayes sont contraires à cette théorie. Il semble donc se confirmer que la théorie de Darwin (que ce savant n'a jamais voulu généraliser d'ailleurs) est parfaitement applicable, non pas à tous les cas, mais à un certain nombre tout au moins.

Les faunes d'eau douce ont été l'objet de quelques recherches intéressantes en 1897. Les frères Sarrazin ont exploré les lacs de Célèbes, qui sont remarquables par leur grande profondeur (jusqu'à 480 mètres). Ils y ont trouvé quelques Mollusques fort remarquables, dont un surtout, qui ne ressemble à aucune autre forme connue, doit faire le type d'une famille nouvelle, celle des *Mirastidés*. Par la forme de la radula, par le système nerveux sans chiasme, par l'absence d'opercule et l'hermaphroditisme, ces Mollusques se rapprochent des Pulmonés d'eau douce, mais ils s'en écartent par la présence d'une branchie composée de lamelles qui sont plissées d'une manière très compliquée. Chose curieuse, l'estomac a des parois considérablement épaissies comme un gésier d'oiseau. Ces Mollusques sont incontestablement des formes très anciennes et très primitives qui appartiennent à la souche des Pulmonés d'eau douce.

Parmi les autres types découverts par les frères Sarrazin, je signalerai un *Protanelys*, forme intermédiaire entre les *Ancylus* et les *Mirastidés*, puis des *Mitra* à caractères très archaïques, dont l'opercule, par sa spirale à tours nombreux et parlant du centre, rappelle celui des Cérithiides. Il est à noter qu'on n'a pas trouvé un seul Unionidé dans les lacs de Célèbes. Quant aux autres Mollusques de ces lacs, leur ensemble rappelle la faune du lac Baïkal et des grands lacs de l'Afrique tropicale.

Moore vient précisément de trouver dans ces derniers lacs, principalement dans les lacs Tanganyika et Albert-Nyanza, des Mollusques à type marin: *Typhlobia*, *Limnotrochus*, *Paramelania*, etc., qui, par leur organisation, offrent des caractères

très archaïques; ils rappellent, non pas les formes marines actuelles, mais les Gastéropodes oolithiques. La faune de ces grands lacs réserve sans doute d'autres types intéressants.

Au cours d'un voyage dans la région méridionale de l'Afrique, Max Weber a étudié la faune des eaux douces et il a pu réunir des documents d'un très grand intérêt pour la géographie zoologique. On sait que cette région a été divisée, d'après les caractères physiques, en quatre sous-régions dites des *Savanes*, du *Cap*, du *Grand Karrou* et du *Kalahari*. La première de ces sous-régions, qui comprend la portion orientale de l'extrémité du continent africain, s'étend entre les hautes montagnes et la mer; elle est traversée par de nombreux cours d'eau qui se jettent dans l'Océan Indien et qui y entretiennent l'humidité et une végétation luxuriante. La région du Cap, qui s'étend jusqu'au fleuve Olifant, est moins arrosée que la précédente; quant aux deux autres régions, elles sont très sèches, les fleuves qui les traversent et qui se jettent dans l'Atlantique étant presque tous intermittents et ne charriant d'eau qu'après les grandes pluies. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que les faunes d'eau douce y soient très pauvres, mais, fait remarquable, cette pauvreté se retrouve également dans les deux fleuves qui ne sont jamais à sec, le fleuve Orange et le fleuve Berg. Cette pauvreté contraste avec la richesse de la faune des cours d'eau dans la région des Savanes, faune dont la composition est, d'ailleurs, toute différente. Max Weber a reconnu qu'en dehors des espèces banales et de quelques espèces régionales cette faune des Savanes était, en grande partie, constituée de formes immigrées venant de l'Océan Indien. Les plus caractéristiques de ces formes sont, parmi les Crustacés, des *Palaemon*, des *Caridina*, des *Sesarma*, et, parmi les Poissons, des *Serranus*, des *Gobius*, des *Tetodon*, des *Pseudorhombus*, etc. Or, cette faune d'origine marine fait défaut dans les trois autres régions et cette absence provient, non pas de ce que les cours d'eau y sont intermittents, mais bien de ce qu'ils se jettent dans l'Atlantique. La faune de cet Océan est bien moins riche que celle de l'Océan Indien, et c'est la différence des faunes de ces deux Océans qui a déterminé les différences considérables que l'on observe dans la faune des eaux douces des deux versants.

Ce facteur est, à beaucoup près, le plus important, mais ce n'est pas le seul. La présence de certaines formes observées par Max Weber, telles que les *Galaxias*, s'explique par l'histoire géologique de l'Afrique, dont l'extrémité méridionale était autrefois reliée aux continents austraux (Australie et Nouvelle-Zélande).

R. Köhler,

Professeur à l'Université de Lyon.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^o Sciences mathématiques

Picard (Emile), Membre de l'Institut, Professeur à l'Université de Paris, et **Simart** (Georges), Capitaine de frigate, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique. — *Théorie des Fonctions algébriques de deux variables indépendantes*. Tome I. — 1 vol. in-8° de 246 pages. (Prix : 9 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

La théorie des fonctions algébriques de deux variables est loin d'avoir atteint le même degré de perfection que la théorie analogue dans le cas d'une seule variable. C'est une science en voie de formation : les géomètres doivent être d'autant plus reconnaissants à MM. Picard et Simart d'y avoir consacré un ouvrage. Sans contester, en effet, l'utilité des livres consacrés à l'exposé systématique de parties de la science qu'on peut regarder comme achevées, on peut penser qu'un traité sur des sujets donnant lieu chaque jour à des recherches nouvelles est susceptible de rendre encore plus de services. Mais, pour écrire un traité de ce genre, il ne suffit pas de connaître très bien les sujets dont on veut parler, il est indispensable d'avoir fait des recherches personnelles sur plusieurs d'entre eux, sinon sur tous. Aussi de tels livres sont-ils rares, ce qui est regrettable : ils peuvent, en effet, rendre d'innombrables services en épargnant la lecture d'un grand nombre de mémoires et en facilitant celle des autres.

Nul n'était, mieux que M. Picard, préparé par ses travaux antérieurs à écrire cet ouvrage ; nous devons remercier M. Simart d'avoir, par son concours, rendu possible une publication rapide, qui se poursuivra sans doute avec régularité, sans que la clarté et l'élégance de l'exposition laissent jamais rien à désirer.

Les trois premiers chapitres sont consacrés à l'exposition de théories générales d'Analyse indispensables pour la suite. Les notions d'intégrales multiples à variables réelles et complexes y sont précisées ; en particulier, les intégrales doubles des fonctions de deux variables complexes sont étudiées avec détail, d'après un mémoire classique de M. Poincaré.

La géométrie de situation à n dimensions ou *analysis situs* joue, dans cette étude, un rôle fondamental. Ce n'était pas le lieu de faire un exposé complet de cette théorie difficile, fondée par Riemann et Betti, et à laquelle M. Poincaré a récemment consacré un important mémoire, qui laisse d'ailleurs encore plusieurs points à élucider. Le chapitre II a été consacré à l'exposition, aussi claire et aussi simple que le permet l'état actuel de la science, des notions d'*analysis situs* utilisées dans les chapitres suivants.

Avec le chapitre IV commence la théorie proprement dite des fonctions algébriques de deux variables. L'étude des intégrales de différentielles totales et des intégrales doubles attachées à une surface algébrique joue, dans cette théorie, un rôle important : la considération de ces éléments transcendents est souvent le moyen le plus commode, sinon le seul, pour démontrer bien des faits purement algébriques. De plus, certaines propriétés des courbes algébriques, qui peuvent s'énoncer, soit sous forme algébrique, soit sous forme transcendante, paraissent susceptibles de deux généralisations différentes suivant le point de vue auquel on les considère.

Après avoir acquis des notions générales, mais précises, sur les singularités des surfaces algébriques et sur la classification de ces surfaces au point de vue de la géométrie de situation (chap. IV), on possède les éléments nécessaires pour aborder l'étude des intégrales attachées à la surface. On s'occupe d'abord des inté-

grales de différentielles totales, considérées pour la première fois par M. Picard, en 1884, et qui se partagent, tout comme les intégrales abéliennes ordinaires, en intégrales de première espèce (chap. V), de seconde et de troisième espèce (chap. VI). Vient ensuite l'étude des intégrales doubles (chap. VII), intimement liée avec celle des systèmes linéaires de courbes tracées sur une surface et avec celle des surfaces passant par une courbe. On est ainsi conduit (chap. VIII et dernier) à étudier les courbes gauches algébriques, en se restreignant d'ailleurs à celles de leurs propriétés qui sont indispensables pour l'étude des surfaces. On déduit de cette étude des conséquences importantes, relatives notamment aux relations qui existent entre divers nombres qu'on est amené à attacher à une surface algébrique et dont chacun joue, à un certain point de vue, le même rôle que celui qui exprime le genre d'une courbe plane. Mais chacun de ces nombres (genre géométrique, second genre, genre numérique) a seulement quelques-unes des propriétés du genre des courbes planes. Cette possibilité de généraliser une même notion de plusieurs manières différentes est une des grandes difficultés de la théorie qui nous occupe.

Cette brève analyse ne donne qu'une idée bien imparfaite de la richesse des matières traitées par MM. Picard et Simart. Leur livre ne sera pas seulement utile à ceux qui tiennent à être au courant des progrès de la science, il sera désormais indispensable à quiconque voudra faire des recherches personnelles sur les sujets qui y sont traités.

EMILE BOREL,
Maître de Conférences
à l'Ecole Normale Supérieure.

Fontené (G.), Professeur au Collège Rollin. — *Géométrie dirigée*. — 1 vol. in-8° de 84 pages. (Prix : 2 fr.) Nony et Cie, éditeurs. Paris, 1897.

Dans cet ouvrage, l'auteur montre comment on peut faire usage des signes dans les questions de Géométrie élémentaire. C'est donc un ouvrage d'enseignement, spécialement destiné aux élèves des classes de mathématiques élémentaires.

2^o Sciences physiques

Minet (Ad.), ingénieur-chimiste. — *Les Fours électriques et leurs applications*. — 1 vol. in-16 de 180 pages avec 56 figures de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté. (Prix : broché, 2 fr. 50 ; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris, 1898.

Ce volume fait suite à celui sur l'Electrometallurgie, que M. Minet a déjà publié dans la même Encyclopédie et que nous avons signalé dans la Revue du 30 août 1897 ; il forme avec lui un ensemble que compléteront encore deux autres volumes.

La première partie traite de l'énergie calorifique du courant et expose les travaux réalisés sur la question du chauffage électrique et notamment du chauffage domestique ; la deuxième partie est consacrée à l'arc voltaïque et aux charbons de briques ; la troisième, celle qui a donné son nom à l'ouvrage, s'occupe des fours électriques et de leurs applications. Elle débute par une liste de 46 brevets pris depuis 1879 jusqu'à 1893 sur les fours destinés aux phénomènes électrothermiques ou électrolytiques par fusion ignée. L'auteur passe ensuite en revue ces différents appareils ; cet exposé prend un intérêt particulier sous la plume d'un ingénieur qui a, l'un des premiers, réalisé des applications industrielles en Electrochimie.

Les emplois des fours électriques en Métallurgie ayant été étudiés dans le volume précédent, la quatrième partie est limitée à celle des applications qui préoccupent actuellement le plus de personnes : la fabrication du carbure de calcium pour l'acétylène. L'auteur a réuni sur cette question, comme sur toutes celles qui comportent ce volume, une série de renseignements utiles.

P. JANNETAZ,

Répétiteur à l'Ecole Centrale.

Van't Hoff (J.-H.), *Professeur à l'Université de Berlin.*
— *Vorlesungen über Bildung und Spaltung von Doppelsalzen.* — (Edition allemande de M. THEODORE PAUL.) — 1 vol. in-8° de 95 pages. (Prix : 3 fr. 75.) W. Engelmann, éditeur, Leipzig, 1898.

Parmi les pays qui, en ces dernières années, ont le plus contribué au développement de la Chimie théorique, la Hollande tient une place prépondérante, qui semble en raison inverse de son étendue et du nombre de ses habitants. Les explications de van der Waals sur la température critique, les conceptions de van't Hoff sur la Stéréochimie et la pression osmotique sont aujourd'hui courantes. Mais il est une série beaucoup moins connue de travaux de van't Hoff : ces travaux sont de nature expérimentale et ont pour objet les équilibres chimiques ; dans le même genre, nous signalerons ceux d'un de ses compatriotes, M. H.-W. Bakhuys Roozeboom. Les recherches de ces deux savants, complétées par celles de leurs élèves, ont enrichi considérablement nos connaissances sur les équilibres chimiques ; c'est le résumé de ces recherches que nous offre M. van't Hoff dans le livre que nous allons analyser.

L'hypothèse fondamentale qui est à la base de toutes les recherches de M. van't Hoff sur les sels doubles est celle-ci : A une température déterminée, tout sel double est dissocié en ses composants ; cette dissociation est totale à cette température, elle est analogue à un phénomène de fusion. D'autre part, comme la formation ou la dissociation des sels doubles a lieu généralement en présence de l'eau, il se forme, aux températures de transformation correspondantes, des solutions saturées des divers corps en présence. L'auteur a complété ses recherches par l'étude de ces solutions.

L'ouvrage se divise en trois parties. Dans la première partie, l'auteur expose la théorie générale des sels doubles en contact avec l'eau, à température constante ou variable. Il étudie le nombre des solutions saturées et des points cryohydratiques possibles, et il montre comment on peut obtenir, par voie humide, des sels doubles qui, cependant, se décomposent au contact de l'eau.

Dans la seconde partie, M. van't Hoff expose les beaux résultats qu'il a obtenus dans son laboratoire depuis plusieurs années, et il décrit les méthodes qui lui ont permis de déterminer exactement les températures de transformation des sels doubles. Ces méthodes se divisent en deux groupes.

La modification subite, qui constitue la formation ou la dissociation d'un sel double, est accompagnée d'une variation de volume et d'un développement de chaleur. Ceux-ci peuvent alors être déterminés au moyen du dilatomètre et du thermomètre. C'est l'objet des méthodes du premier groupe. En effet, au dilatomètre, on constate qu'à la température de transformation il se produit un changement de volume soudain et considérable, alors qu'aux températures légèrement inférieures ou supérieures la variation de volume est régulière et continue. De même, le thermomètre montre, à ce moment, un certain arrêt, comme dans la détermination d'un point de fusion.

Les méthodes du deuxième groupe sont basées sur le fait que la solution saturée d'un système, à la température de transformation, est semblable, à tous égards, à la solution saturée du système auquel il donne naissance. Autrement dit, si l'on détermine les propriétés de pareilles solutions, — comme la teneur en substances

solides, la solubilité, ou la tension de vapeur aux différentes températures, — la température de transformation est celle pour laquelle la fonction considérée est la même pour les deux systèmes.

Dans la troisième partie de l'ouvrage, l'auteur indique et discute quelques applications des méthodes précédentes. Les corps étudiés appartiennent aussi bien à la série inorganique qu'à la série organique. Parmi les représentants de cette dernière série, le racémate double de sodium et d'ammonium (sel de Scacchi) a fait l'objet d'une étude spéciale.

Ce court compte rendu donnera, nous l'espérons, une idée de la richesse de l'ouvrage de M. van't Hoff. On y retrouve la manière d'écrire caractéristique du Maître : la concision alliée à la clarté. Nous recommandons la lecture de ce livre à tous ceux qu'intéresse la question des équilibres chimiques ; beaucoup seront étonnés des progrès accomplis dans un domaine à peine reconnu il y a quelques années.

Dr W. MEYERHOFFER,

Privat docent à l'Université de Berlin.

3^e Sciences naturelles

Tscherning (Dr), *Directeur-adjoint du Laboratoire d'Ophtalmologie de la Sorbonne.* — *Optique physiologique.* — 1 vol. in-8° de 338 pages avec 201 figures. (Prix : 12 francs.) G. Carré et C. Naul, éditeurs, Paris, 1898.

Le livre de M. Tscherning rendra un service considérable à ceux qui s'occupent de l'œil à un titre quelconque. Nous allons l'étudier chapitre par chapitre.

Après avoir passé en revue les principes essentiels de l'Optique géométrique, M. Tscherning montre comment on peut appliquer ces principes à la connaissance des éléments optiques du système constitué par notre œil. Il passe ensuite au sujet auquel ses travaux ont été principalement consacrés, celui de l'ophtalmométrie. Un premier chapitre montre l'existence de sept images observables dans l'œil humain. Les lecteurs de la *Revue* se souviennent d'un article sur ce sujet, auquel nous les renvoyons. Ces images, employées convenablement, permettent de mesurer avec précision les rayons de courbure des divers dioptries de l'œil et les distances de leurs sommets. Les appareils employés pour cet usage sont, d'une part l'ophtalmomètre de Javal et Schiötz, d'autre part l'ophtalmophacomètre de l'auteur, qui n'est qu'une modification du premier. Les résultats obtenus modifient un peu ceux qu'avait indiqués Helmholtz, mais ne contiennent aucune différence notable avec ceux-ci. Nous remarquerons la clarté de l'exposition de ce qui a rapport à l'étude du centrage de l'œil, et de la méthode pour mesurer le rayon de courbure des surfaces cristalliniennes.

Cette étude amène l'auteur à indiquer les défauts essentiels de l'œil humain. Il montre d'abord que la cornée normale se compose de zones n'appartenant pas à la même surface géométriquement définie, puis il étudie les anomalies de réfraction. Le court chapitre qu'il y consacre ne contient rien de tout à fait nouveau ; aussi nous n'y insistons pas et nous passons au chapitre relatif à l'aberration de sphéricité. L'auteur a montré qu'on pouvait étudier celle-ci au moyen de la forme des ombres portées sur la rétine par un réseau de droites rectangulaires. Quand les ombres ont la disposition dite en barillet, l'aberration de sphéricité de l'œil a la disposition ordinaire des systèmes convergents. Dans le cas contraire, l'aberration est de signe contraire. On voit ainsi qu'il y a des yeux non corrigés, des yeux corrigés et des yeux surcorrigés. On peut vérifier ces faits au moyen de l'ophtalmomètre de Young, qui permet d'étudier successivement les réfractions des diverses parties de l'œil. Les chapitres sur l'astigmatisme et les phénomènes entoptiques ne contiennent rien de nouveau. Il n'en est pas de même du chapitre sur l'accommodation, où, après un court historique, l'auteur montre pourquoi il s'est éloigné des idées d'Helmholtz. Il a suivi

un ordre d'idées ouvert par Young et il est arrivé, d'une manière absolument rigoureuse, à cette conclusion que l'accommodation se fait par une traction du muscle ciliaire, laquelle aplatit les parties périphériques molles du cristallin. Mais le noyau de celui-ci étant indéformable et à grande courbure, les parties déformables s'appliquent sur lui, et la réfraction centrale augmente en même temps que la réfraction périphérique diminue. La constriction accommodative de l'iris a d'ailleurs pour but de masquer ces parties périphériques qui trouble la vision. Un article de la *Revue générale des Sciences* a déjà paru sur ce sujet¹; nous recommandons à ceux que la question intéresse la lecture de ce chapitre très clair du nouvel ouvrage de M. Tscherning.

Le reste de l'ouvrage est consacré à un sujet moins personnel à l'auteur. Il passe en revue successivement l'ophtalmoscopie, puis la fonction de la rétine, les mouvements oculaires et la vision binoculaire, le strabisme et les instruments d'optique. Dans cette partie, nous avons trouvé certains points à critiquer. Ainsi la loi de Fechner est indiquée comme disant que l'œil perçoit des rapports et non des différences. Toutes les expériences de cette nature ont été faites par Bouguer. Fechner n'a été qu'un simple imitateur; mais il a conclu de là que la sensation croissait comme le logarithme de l'excitation au moyen d'une hypothèse additionnelle. Nous ne trouvons aucune trace de cette discussion dans l'ouvrage de M. Tscherning. De plus, nous avons été très étonné de voir traiter du seul de la sensation ainsi que du minimum chromatique sans voir une seule fois le nom de Charpentier. Les travaux de Charpentier forment actuellement une importante partie de l'Optique physiologique et une partie des plus utiles à mettre en pratique. Nous considérons leur absence comme une grave lacune dans un traité d'Optique physiologique. Nous relevons aussi une erreur dans la description du chromatopomètre de Chibret. L'axe de la lame de quartz est à 45° du plan de polarisation du nicol polariseur et non parallèle à celui-ci. Dans ce cas la lumière serait à la sortie de la lame encore polarisée rectilignement, et aucun phénomène chromatique ne se produirait. Nous adoucirons ces critiques en disant que nulle part nous n'avons trouvé une aussi bonne exposition des célèbres travaux de Maxwell sur la composition des couleurs.

En somme, l'ouvrage de M. Tscherning est un bon livre, surtout remarquable par sa clarté parfaite, d'autant plus méritoire que la langue française n'est pas la langue maternelle de l'auteur.

ANDRÉ BROCA,
Préparateur à la Faculté
de Médecine.

4° Sciences médicales

Von Monakow (C.), *Professeur de Neurologie à l'Université de Zurich. — Gehirnpathologie. I. Allgemeine Einleitung. II. Localisation. III. Gehirnblutungen. IV. Verstopfung der Hirnarterien.* — 1 vol. in-8° de 924 pages avec 211 figures (Prix : 23 M.). (*Specielle Pathologie und Therapie herausg. von H.-fr. Prof. Dr H. Nothnagel* I. IX. Band. 1. Th.) Alf. Holder, éditeur, Wien, 1898.

« Le cerveau humain, avec ses ganglions et ses nerfs, l'ouvrage le plus compliqué et le plus remarquable de la Nature, n'est pas seulement l'organe des représentations, de la sensation et de la motilité : c'est aussi un appareil qui intervient dans le jeu des fonctions végétatives nécessaires à la vie, la nutrition, la respiration et la circulation, et qui est ainsi directement indispensable à l'existence. L'importance du système nerveux pour la vie et l'économie de l'organisme croît avec le perfectionnement général des organes du corps; elle n'est donc pas la même chez tous les animaux; il existe, on le sait, des êtres vivants inférieurs, qui peuvent vivre et multiplier même sans système nerveux spécial (Protistes, Embryons d'animaux à sang froid, Végétaux) ».

C'est par ces paroles que s'ouvre un des plus grands livres de notre époque, la *Pathologie cérébrale* du Professeur von Monakow, livre d'analyse et de synthèse, de recherches spéciales et de doctrine générale sur la morphogénie et l'anatomie du cerveau, sa physiologie normale et pathologique. Monakow est un des quatre ou cinq neurologistes contemporains auxquels revient le grand mérite d'avoir démontré, chez l'homme et chez les animaux, dans une série de recherches expérimentales et anatomo-pathologiques, la nature et les conditions des mécanismes encéphalo-rachidiens.

La longue série des mémoires publiés, depuis 1882, par Monakow, dans l'*Archiv für Psychiatrie*, ont été pour la Psychologie physiologique contemporaine, entre autres sciences, une des sources les plus abondantes de faits, de documents et d'idées. Dès 1882, en provoquant des arrêts de développement au moyen d'extirpations de régions circonscrites de l'écorce du cerveau, Monakow put vérifier la justesse du postulat physiologique qu'il avait posé : l'ablation complète d'un centre cortical doit retentir sur le développement des fibres et des centres nerveux primaires en étroite connexion physiologique avec ce centre du télencéphale, par l'effet de l'inactivité fonctionnelle dont ces ganglions et ces fibres sont frappés.

Voici les parties principales dont se compose le livre que nous annonçons. Dans une *Introduction générale à la pathologie du cerveau*, l'anatomie du cerveau antérieur, c'est-à-dire l'embryologie (phylogénie et ontogénie), la topographie du pallium et des formations sous-corticales du cerveau, sont d'abord traitées, et, naturellement, de main de maître ouvrier. Le *cerveau intermédiaire*, le *cerveau moyen* et la calotte, le *cerveau postérieur* (cervelet et pont de Varole), l'*arrière-cerveau* (moelle allongée) sont ensuite étudiés avec les éléments du système nerveux et l'architectonique générale de ce système. La *Physiologie du cerveau* forme le second chapitre de cette Introduction. On y trouvera l'histoire et la doctrine des méthodes d'excitation et d'extirpation pour l'étude de la physiologie expérimentale de l'écorce, la détermination des différents centres fonctionnels du pallium et une critique des centres d'association de Flechsig. La *Pathologie générale du système nerveux central* constitue le troisième chapitre : altérations pathologiques des cellules ganglionnaires; névrosie; vaisseaux. Dégénération secondaire et atrophie secondaire. Cette distinction capitale, dont les cliniciens ont commencé à tenir compte, est due, on le sait, à Monakow. On voit ici quelles dégénération secondaires suivent soit la destruction d'un hémisphère cérébral, soit les lésions partielles du manteau, soit la destruction du cervelet, soit les foyers de la couche optique et de la région sous-thalamique, du pont et de la moelle allongée. Les *signes ou caractères cliniques*, c'est-à-dire la *symptomatologie*, des *affections organiques du cerveau*, représentent le quatrième et le plus vaste des chapitres de cette partie du livre : symptômes céphaliques généraux (céphalalgie, vertige, troubles de la respiration, de la température, de la circulation, de la conscience, etc.); symptômes de foyers : hémiplegie, paraplégie cérébrale, contracture, chorée, athétose posthémiplegique, etc.; mouvements associés; tremblement hémiparétique; convulsions générales et jacksoniennes; déviation conjuguée; ataxie cérébrale; hémianesthésie cérébrale; atrophie musculaire dans les hémiplegies cérébrales.

La section de cet ouvrage (II) consacrée aux *Localisations cérébrales* est, pour nous, de beaucoup la plus importante : c'est tout un monde de faits et de théories scientifiques, que nous avons eu deux fois déjà, en pres de trente ans, le loisir d'étudier, et dont aucun discours, aucun résumé sommaire, aucune brève généralité ne saurait donner une idée exacte et vivante. Tout ce qui a trait aux lésions de la sphère visuelle et aux troubles corticaux du langage, ainsi qu'à l'anatomie pathologique de ces affections, doit être particulièrement signalé dans cette partie de l'œuvre de von

¹ *Revue* du 30 mars 1895.

Monakow. Une étude approfondie de l'anatomie normale et pathologique de la vascularisation cérébrale termine l'ouvrage : les chapitres III et IV sont un véritable traité de l'hémorragie et du ramollissement cérébral (encéphalomalacie) ; un chapitre sur la thrombose des sinus y sert d'appendice.

Tout en laissant à l'avenir et aux résultats de l'investigation scientifique des différentes méthodes, le soin de porter un jugement sur la théorie nouvelle des centres d'association de Paul Flechsig, von Monakow laisse assez paraître qu'il ne lui est pas favorable : les résultats de la méthode des dégénération secondaires ne seraient point de nature à faire admettre l'existence réelle de centres circonscrits d'associations postérieur et moyen. Si la théorie nouvelle de Paul Flechsig demeure dans les limites du domaine où elle est née, et où elle est restée jusqu'ici ; si elle ne dépasse pas la portée légitime des déductions tirées directement de la méthode de développement, ou méthode embryogénique ; en d'autres termes, de l'étude comparée de la myélinisation des centres nerveux, méthode aussi strictement scientifique que toute autre, sur le terrain et avec les procédés d'investigation qui lui sont propres, l'estime qu'on cas où elle serait un jour démontrée vraie, cette théorie des centres d'association ne modifierait pas profondément la conception généralement reçue, depuis Meynert, de la structure et des fonctions du cerveau. La cause du désaccord des savants à cet égard est que, comme d'habitude, ils considèrent d'abord comme absolues des différences qui ne sont que relatives (telle l'existence ou la non-existence absolue d'une couronne rayonnante de certains districts du pallium) et qu'expliquera d'elle-même la doctrine de l'évolution des centres nerveux, du cerveau antérieur en particulier, dans la série entière des Vertébrés, sous l'influence séculaire de la division du travail physiologique.

À propos de l'aspect de la cellule nerveuse et de ses prolongements protoplasmiques, von Monakow, parlant de la substance intermédiaire aux *granula*, ou éléments chromatophiles de Nissl, bref à la substance qu'on nomme encore, à tort, achromatique, signale bien la nature fibrillaire de cette substance intermédiaire, mais non l'apparence réticulée, et, selon quelques auteurs, aréolaire, du cytoplasma. Il nomme Benda, et il ne nomme pas Flemming. Flemming n'a pas seulement constaté le premier l'existence de faisceaux de fibrilles isolées (*Filartheorie*) dans la cellule nerveuse ; il a nettement reconnu celle de la structure réticulée (*Gerüsttheorie*). Flemming s'est donc expliqué non moins nettement sur la structure réticulée que sur la structure fasciculée du protoplasma cellulaire. Mais la structure fibrillaire est aujourd'hui la plus généralement reconnue, et, en dehors de von Lenhossek, le seul et unique travail de marque où l'on ne décrive pas une structure fibrillaire de la cellule nerveuse est le récent mémoire de H. Held. (*Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze*, 1893.)

Relativement aux fibrilles de la névrogie de l'adulte, von Monakow se range du côté des histologistes qui considèrent ces fibres comme n'étant point en continuité directe avec les cellules de la névrogie. Il cite, toutefois, l'opinion adverse de Golgi, de Boll, de von Lenhossek, de Kölliker, etc. Il estime pourtant que les dernières recherches de Weigert (la coloration élective des fibres de la névrogie) auraient fait avancer d'un pas la question vers sa solution, mais dans le sens de Ranvier. Cette inférence ne me paraît pas de tous points en correspondance exacte avec la pensée même de Weigert, telle qu'elle est en réalité exprimée dans son grand ouvrage, et non telle qu'on l'a souvent interprétée dans la presse scientifique. En tout cas, les résultats d'une coloration élective ne sauraient, en bonne critique, dépasser la portée des faits qu'ils établissent, à savoir, que certaines parties élémentaires du système

nerveux réagissent autrement que certaines autres à un réactif approprié. Or, les différentes parties constitutives d'un même élément peuvent réagir, et réagissent en effet, diversement à l'action de la même substance chimique ; ils n'en sont pas moins en continuité anatomique ; ils n'en forment pas moins une unité physiologique.

Laissons ces petites critiques de détail, qui ne prouvent que notre respect, j'allais dire notre pitié pour les moindres opinions exprimées par l'éminent anatomiste de Zurich. Il nous plaît davantage d'insister, en terminant, sur l'hommage qu'un tel maître rend, aujourd'hui encore, à Meynert. « Le nombre considérable des faits qui ont jeté un jour nouveau sur la structure du système nerveux central ont bien un peu ébranlé la valeur générale du schéma (des trois systèmes de projection) de Meynert : ils ont dû en laisser debout l'idée maîtresse. Car, plus solide que jamais, dans l'architecture du cerveau, est le principe que chaque voie physiologique est constituée de plusieurs systèmes de neurones (dont le nombre et le caractère peuvent beaucoup varier). »

Mais il y un point que Meynert n'a pu considérer dans son schéma, et qui est aujourd'hui, selon Monakow, une source de grandes difficultés. D'après une théorie particulière à ce savant en effet, théorie qu'il défend depuis nombre d'années, les rapports réciproques que soutiennent entre eux les neurones fonctionnellement associés dans la continuité des diverses voies nerveuses, de la périphérie aux centres, et inversement, ne s'expliquent que par l'hypothèse de l'intercalation de neurones ou groupes de neurones interposés, de *cellules intercalaires* (*Schaltzellen*), éléments nerveux dont l'existence est, de nécessité, impliquée dans la transmission des ondes nerveuses (*Übertragungselenente*). L'écorce cérébrale n'est elle-même qu'un immense territoire constitué d'éléments de cette nature.

Cette succession de neurones ou groupes de neurones intercalés ainsi, comme des relais, sur les différentes voies nerveuses, aurait manifestement pour but, par exemple dans la direction centripète, de faire que des formes d'excitation simples, toujours subordonnées à de plus élevées, voire à des processus psychiques, puissent, après avoir suivi les directions les plus variées, contracter, en s'élevant dans le névraxe, des associations de plus en plus complexes, si bien qu'« un choc réveillerait des milliers d'associations ».

Ne voit-on point le nombre des fibres d'association augmenter constamment dans la direction de l'écorce cérébrale, pour atteindre son maximum dans cette écorce même ? Il apparaît donc très vraisemblable qu'à un neurone de projection de premier ordre (au prolongement central d'une cellule d'un ganglion spinal) correspondent plusieurs neurones de deuxième ordre ; à un neurone de deuxième ordre, plusieurs neurones de troisième ordre ; et ainsi de suite, d'après une progression constante. Cette manière de concevoir et d'interpréter le mécanisme général du système nerveux central, von Monakow ne la donne que pour une hypothèse, pour une sorte de postulat logique de la raison. Cependant, à étudier le schéma (fig. 37) qu'il présente de la marche suivie par une excitation périphérique, depuis la peau jusqu'à l'écorce cérébrale, pour en revenir sous forme de mouvement volontaire, on se persuade sans peine que ce schéma n'est pas seulement d'accord avec l'anatomie et la physiologie générales du système nerveux central, mais avec les résultats les plus précis et les plus certains qu'on doit à la méthode des dégénération secondaires, méthode qui a si fort avancé nos connaissances sur la structure et les fonctions du cerveau, et à laquelle le nom de von Monakow demeurera pour toujours attaché.

JULES SOURY,
Directeur-adjoint à l'École pratique
des Hautes-Études.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

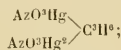
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Avril 1898.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. de Jonquières** a employé, dans la théorie des formes quadratiques, une méthode inspirée par les procédés de Lagrange, qui consiste dans l'admission, parmi les réduites contigües qui forment la période, de réduites ayant 0 pour terme moyen. Gauss les exclut, mais l'auteur montre que leur emploi peut être légitimé dans des cas particuliers où il simplifie les opérations. — **M. C. Guichard** recherche les congruences qui sont de plusieurs manières des congruences K; ce problème est identique au problème de Ribaucour dans l'espace à cinq dimensions. — **M. E. Jahnke** est arrivé à composer un système orthogonal avec quatre systèmes orthogonaux: si l'on introduit dans ce système les fonctions théta de deux arguments, on obtient de nouveaux systèmes orthogonaux qui renferment les solutions d'un nouveau groupe de problèmes de la Dynamique. — **MM. W. Ebert et J. Perchot** montrent que, dans certains cas, on peut remplacer l'équation d'Hamilton par une autre, de même forme, dans laquelle figure, au lieu d'une des variables primitives, un des paramètres du problème. — **M. A. Bérard** donne deux formules générales indiquant la compression maxima à partir de laquelle la flexion de la semelle supérieure d'une poutre est à craindre et, en outre, fixant la raideur que doit présenter le contreventement pour assurer la stabilité de la pièce. — **M. W. Stekloff** démontre le théorème suivant, applicable à la théorie analytique de la chaleur: Une fonction f est développable en série absolument convergente procédant suivant les fonctions V_n , si elle est finie et continue avec ses dérivées des trois premiers ordres à l'intérieur de (D) et satisfait à l'équation du rayonnement sur (S).

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **MM. H. Becquerel et H. Deslandres**, en poursuivant l'étude du phénomène de Zeeman, ont reconnu que, contrairement à ce qui a été observé jusqu'ici, une raie peut se diviser de manière que les composantes polarisées perpendiculairement au champ comprennent le groupe polarisé parallèlement. — **M. P. Sacerdote** a recherché les déformations qu'éprouve un diélectrique solide lorsqu'il devient le siège d'un champ électrique; il montre, par le calcul, qu'il doit y avoir: contraction dans la direction des lignes de force, allongement dans les directions perpendiculaires et augmentation du volume du diélectrique. — **M. L. Décombe** a étudié l'oscillation électrique et la résonance multiple en analysant l'émulsion explosive par le miroir tournant et en fixant le phénomène sur une plaque sensible. Ses résultats infirment les hypothèses de **MM. Sarrazin et de la Rive** et de **M. Wyngedauw**; la seule explication possible de la résonance multiple est celle de **MM. Poincaré et Bjerknes**. — **M. Em. Legrand** a déterminé la conductibilité électrique des solutions de permanganate de potassium. La conductibilité moléculaire croît avec la dilution et tend vers la valeur limite 124 observée par les précédents expérimentateurs pour les sels neutres à 25°. La conductibilité augmente, quand la température s'élève, d'autant moins rapidement que la température est plus élevée. — **M. Ch. Camichel** décrit quelques applications de l'ampère-mètre thermique à mercure. Il permet de réaliser un étalon de force électromotrice extrêmement constant. Il est facile de le shunter; en le munissant d'une série de shunts, on mesure des courants compris entre 0 et 1.000 ampères.

— **M. D. Berthelot** a calculé les poids atomiques de l'hydrogène, de l'azote et du carbone, en se basant uniquement sur les deux déterminations physiques de la compressibilité et de la densité; les valeurs obtenues concordent remarquablement avec les résultats donnés par l'analyse chimique. — **M. Marcel Delépine** communique un certain nombre de déterminations thermochimiques se rapportant à l'isouquinoline, à son hydrate, à ses sels et à l'hydroisouquinoline. Ces données fournissent de précieux renseignements pour l'étude des fonctions de ces corps. — **M. L. de Saint-Martin** a reconnu la présence d'oxyde de carbone dans le sang des animaux vivant dans les grandes villes; il pense qu'il en est de même chez l'homme normal. Il faut avoir soin de contrôler la méthode de dosage au protochlorure de cuivre par l'analyse eudiométrique; ce dernier peut absorber, en effet, des carbures d'hydrogène, dont le grisoumètre indiquera la présence. — **M. Eng. Demarçay** a préparé, par la méthode de fractionnement des azotates ammoniacaux, du néodyme pur qui a toujours présenté le même spectre; le néodyme serait donc un élément. Le spectre de ce néodyme pur présente plusieurs raies qui n'ont pas été signalées par **M. Auer von Welsbach** (476, 8; 469, 1; 463, 4). — **M. Echsner de Coninck** a étudié l'action des oxydants sur les amines, les diamines et les hydrazines; en général, il se forme de l'azote; dans d'autres cas, il se produit de l'ammoniac ou des polymères. — **M. G. Denigès** a fait réagir l'azotate de mercure sur le triméthylcarbinol et a obtenu un corps détonant par le choc, de formule :



C'est un azotate mercurioso-mercurique diméthyléthylénique. — **M. Em. Bourquelot** a constaté que le gentianose, comme le sucre de canne, est dédoublé, pendant la deuxième période végétative, en sucres assimilables (dextrose et lévulose) par un ferment soluble, l'invertine; cette dernière agit plus lentement sur le gentianose que sur le saccharose. — **M. G.-A. Le Roy** propose, pour la recherche de la sciure de bois dans les farines, l'emploi de la phloroglucine en solution alcoolique fortement acidifiée par l'acide phosphorique. Cette solution légèrement chauffée donne une coloration intense rouge carminé aux particules de sciure de bois. — **M. A. Poincaré** donne les formules qui régissent l'effet de l'attraction solaire et lunaire sur l'atmosphère de l'hémisphère nord à chacune des quatre phases. — **M. F. Gonnard** a déterminé les formes cristallines de l'oligiste du puy de la Tache (Mont-Dore). Il a trouvé plusieurs faces nouvelles dans les zones a' , b' et p'_2 ; les macles se font suivant la base a' , suivant la face p et suivant la face e' .

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. G. Bonnier** a étudié les caractères particuliers des Sensitives entièrement développées dans l'eau: 1^o Elles présentent, malgré cette immersion continue et complète, des mouvements alternatifs de veille et de sommeil et des mouvements d'irritation; 2^o elles ont un temps de veille moins long que les Sensitives normales, les unes ou les autres étant placées dans l'air ou dans l'eau; l'amplitude des mouvements de sommeil et de veille est moindre, et la vitesse de transmissibilité plus petite; 3^o elles ne présentent de modifications importantes de leurs tissus que pour les fibres et les vaisseaux et, en particulier, dans les renflements moteurs; c'est donc la partie fibreuse et vasculaire des renflements qui joue le rôle

principal dans les mouvements de la plante. — MM. F. Bords, Joulin et de Rackowski ont isolé, d'un grand nombre de vins tournés, deux bacilles filiformes; le premier se développe sur eau de levure glucosée sous forme d'un voile rosé; il est sans action sur l'alcool, mais décompose le glucose et la glycérine. Les auteurs le nomment *Bacillus roseus vini*. — M. V. de Ziegler adresse un mémoire relatif à la répartition des mers et de la terre ferme sur le globe terrestre.

Séance du 12 Avril 1898.

M. le Président annonce le décès de M. Aimé Girard, membre de la Section d'Economie rurale. — M. Th. Schoepping rappelle brièvement la vie et les travaux du défunt.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. de Jonquières montre, par un nouvel exemple, les avantages de simplicité que présente la méthode mixte sur la méthode de Gauss dans la théorie des formes quadratiques. — MM. Rambaud et F. Sy présentent leurs observations de la comète Perrine, faites à l'équatorial coulé de l'Observatoire d'Alger. — M. Thiébaud a constaté que les hauteurs des grandes marées de mars varient d'une année à l'autre et suivent une période d'une durée de neuf ans environ; cette période coïncide avec la révolution du périhélie lunaire. — M. E. Jahnke énonce un théorème qui permet de représenter les deuxièmes dérivées logarithmiques des fonctions theta de deux arguments au moyen des carrés des fonctions theta. — M. M. Krause établit les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce. — MM. Eug. et Fr. Cosserat ont repris l'étude des équations de la théorie de l'élasticité

$$\Delta_x u + \varepsilon \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad \Delta_y v + \varepsilon \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = 0, \quad \Delta_z w + \varepsilon \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} = 0,$$

en se plaçant à un point de vue nouveau. En envisageant ε comme un paramètre, qui peut, d'ailleurs, être complexe, u, v, w (prenant à la frontière des valeurs données) seront des fonctions de ε . Les auteurs font l'étude approfondie de ces dernières fonctions.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. Gutton étudie le passage des ondes électriques d'un conducteur à un autre; à l'extrémité d'un fil, on soude un bout de tube en laiton, suivant l'axe duquel pénètre l'autre fil. Dans ces conditions, l'auteur a reconnu, par une méthode d'interférence, que le passage de l'onde d'un fil à l'autre n'est accompagné d'aucun changement de phase; il indique également la forme des lignes de force dans l'intervalle. — M. E. Mathias recherche les propriétés thermiques des fluides saturés; la détente adiabatique d'une vapeur saturée produit toujours un abaissement de température. — M. Pierre Weiss a constaté qu'il y a une direction suivant laquelle l'aimantation de la pyrrhotine (pyrite magnétique) est impossible; il conclut que la matière ne peut s'aimanter que dans le plan perpendiculaire à cette direction ou *plan magnétique*. — M. G. Trouvé présente un nouvel appareil destiné à l'élevation des liquides; il utilise la force de l'action centrifuge combinée au mouvement giratoire imprimé à la veine liquide. — M^{me} Skłodowska Curie a recherché les corps qui émettent des rayons capables de rendre l'air conducteur de l'électricité; tous les composés de l'uranium et du thorium sont très actifs à ce point de vue. Les rayons émis par ces corps sont très analogues aux rayons secondaires de M. Sagnac. — M. F. Garrigou montre qu'on peut augmenter l'intensité et la rapidité d'action des rayons X en les condensant dans un espace restreint au sortir de l'ampoule qui les produit. — M. M. Berthelot a étudié l'action de l'oxygène sur le sulfure de carbone sous l'influence de la lumière. A la température et à la pression ordinaires, sous l'influence de la lumière diffuse, agissant dans une pièce bien éclairée, il ne se manifeste aucune action appréciable, même dans l'espace d'une année. Mais si le mélange est soumis à l'action solaire directe, qui se

présente une grande intensité, l'oxydation commence au bout de quelques heures; elle se poursuit progressivement, mais sans jamais devenir complète. Il se forme de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, du soufre libre, un oxydure de carbone fixe et des sulfates alcalins. — M. M. Berthelot a déterminé les conditions de l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse et de la formation simultanée d'oxyde de carbone. Pour ne donner naissance qu'à des quantités négligeables d'oxydes de carbone, l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse doit être effectuée en présence d'un excès notable de potasse et avec une dose de pyrogallol capable d'absorber, pour être saturée, quatre à cinq fois autant d'oxygène que le mélange mis en expérience en renferme. — M. G. André a préparé les combinaisons de la triméthylamine avec les acides formique et acétique, et les a soumises à la distillation. A l'état de vapeurs, les composés étaient complètement dissociés. Les combinaisons de la triméthylamine semblent cependant plus stables que celles de la pyridine avec les mêmes acides.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau communique une nouvelle expérience en faveur de sa théorie que la valeur nutritive des aliments dépend de leur aptitude à fournir le glycogène au muscle qui travaille. Il a nourri un chien successivement avec des rations d'amidon sec, de viande dégraissée et de sucre, capables de fournir presque également bien au remplacement du glycogène consommé. Ce chien a fourni dans les trois cas le même travail, et la courbe des poids montre que l'animal s'est entretenu à peu près également bien avec chacune des trois rations. — M. Emile Yung a étudié l'influence des mouvements de vague sur le développement des larves de grenouilles. Les œufs fraîchement fécondés périssent rapidement. Les œufs déjà embryonnés présentent une grande mortalité; les jeunes têtards qui parviennent à éclore et à grandir se distinguent par le développement remarquable de leur queue; à huit mois ils ne sont pas encore transformés en grenouilles. — M. J.-J. Andeer adresse des observations relatives au ramollissement des os par l'emploi de la phloroglucine. LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 13 Mars 1898.

M. Gariel propose le vote des conclusions suivantes, en réponse à une lettre du Ministre de l'Intérieur: 1^o Il conviendrait de recommander aux établissements hospitaliers, dans l'intérêt du traitement des malades pauvres, l'application de la radiographie et de la radioscopie. 2^o Emettre le vœu qu'un laboratoire spécial de radiographie et de radioscopie soit fondé à l'Académie de Médecine. — M. Hervieux, après avoir rappelé les ravages causés par la variole dans les colonies françaises depuis un temps immémorial, montre: 1^o qu'il est du plus haut intérêt pour l'avenir de nos colonies que l'obligation vaccinale leur soit appliquée; 2^o que cette application peut se réaliser par la seule force des lois existantes et sans le secours de l'intervention parlementaire; 3^o que l'obligation vaccinale a déjà été appliquée plusieurs fois avec succès dans quelques-unes de nos possessions. — M. Daremberg conseille l'emploi de petits vésicatoires répétés chez les phtisiques atteints d'une poussée limitée de congestion pleurale, pulmonaire ou bronchique ou d'une bronchopneumonie très limitée, avec fièvre sans hémoptysie. — M. E. Menière lit un mémoire sur le traitement des otites purulentes moyennes aiguës, au moyen de grands lavages faits par la trompe. — M. le Dr Guepin donne lecture d'un travail sur l'hypertrophie sénile de la prostate et la prostatomégalie.

Séance du 22 Mars 1898.

M. Cornil présente, au nom de M. Eng. Fournier, un stérilisateur autoclave portatif à trois fonctions. — M. Pinard étudie les rapports de l'appendicite avec la

puerpéralité. L'auteur montre que l'appendicite peut compliquer la puerpéralité dans toutes ses périodes, soit pendant la grossesse, soit pendant le travail, soit pendant les suites de couches. Trente-deux cas opérés ou suivis d'autopsie prouvent cette assertion. Il ne faut donc pas hésiter à intervenir rapidement. — M. A. Riche critique la théorie de M. Lancereaux sur la cirrhose du foie. Il fait remarquer que les vins sont beaucoup moins plâtrés depuis quelques années et qu'on aurait donc dû remarquer une diminution de la fréquence de la cirrhose, ce qui ne s'est pas produit. M. Riche admet, au contraire, que la cirrhose est due à l'acidité du vin ou aux fermentations acides que l'usage exagéré des boissons alcooliques produit dans l'estomac. — M. Lancereaux fait remarquer qu'il faut dix à quinze ans d'excès pour engendrer l'état cirrhotique du foie; la diminution du plâtrage n'a donc pu avoir encore d'effets; d'autre part, si le plâtrage diminue, la consommation va en augmentant. — M. P. Mégnin signale de nouveaux cas d'application de l'Entomologie à la Médecine légale. Il a eu l'occasion d'examiner trois cadavres d'enfants nouveau-nés découverts dans des malles et, par l'examen des restes d'insectes qui se sont succédé sur ces cadavres, il a pu déterminer la date approximative de la mort, qui s'est trouvée confirmée par les aveux des coupables. — MM. G. Linossier et M. Lannois indiquent les résultats obtenus par leur méthode de traitement du rhumatisme, au moyen des applications locales de salicylate de méthyle; cette méthode doit surtout être employée quand les voies digestives ne peuvent supporter le salicylate de soude; les symptômes d'intoxication sont exceptionnels. — M. Vallin discute la communication de M. Hervieux sur l'obligation de la vaccine dans les colonies françaises; il pense qu'il est impossible d'exiger des Français et étrangers habitant les colonies, une chose qui n'est pas obligatoire en France. Vis-à-vis des indigènes, pour lesquels la sanction pénale est souvent impossible, il faudra surtout user de persuasion. — M. Chauvel pense également que la vaccine se répandra peu à peu chez les indigènes, grâce au zèle des médecins militaires, comme elle s'est répandue en Europe à la suite de la découverte de Jenner. — M. le Dr Andeer lit un travail sur les ostiotes comme porte d'entrée aux diverses formes d'infection.

Séance du 29 Mars 1898.

M. Cornil présente, de la part du Dr Coulhon, un diabétographe, instrument destiné à donner de suite la quantité de sucre contenue dans l'urine des diabétiques. — M. Chauveau présente, au nom de M. J. Tissot, un nouveau système de régulation thermique s'appliquant au chauffage des écuries ou autres appareils par le pétrole. — M. J.-V. Laborde analyse un très important ouvrage du Dr James Stuart sur la prostitution et sa réglementation en Angleterre. L'auteur montre l'insuccès complet des Actes sur les maladies contagieuses en ce pays, surtout dans l'armée. Le grand danger, au point de vue hygiénique, consiste dans l'effet que produit le système sur le jeune soldat en lui donnant une trop haute opinion de la protection qu'il lui accorde, tandis que le système n'offre et ne peut offrir aucune sécurité réelle. — M. Lucas-Championnière préconise l'emploi de fils métalliques perdus dans les muscles et les parties molles pour les réparations musculaires. En particulier, dans un cas de rupture du tendon du triceps fémoral de la cuisse gauche, il a fixé des fils métalliques perpendiculairement aux fibres du triceps et s'en est servi comme point d'attache solide pour des fils passés au travers de la rotule. Le résultat fut très satisfaisant. — M. Paul Reclus conclut de ses recherches sur l'eucaine b : 1° la cocaïne, bien et prudemment administrée, demeure l'anesthésique de choix; 2° l'eucaine b (chlorhydrate de benzoyl-vinyl-diéthylammonium) ne lui cède que de très peu; on doit même la préférer en stomatologie, lorsque l'opéré doit marcher immédiatement après l'interven-

tion; il faut la préférer encore dans le cas où le champ opératoire, très étendu, nécessite l'emploi d'une grande quantité d'alcaloïde; l'eucaine b, moins toxique, donne alors une plus grande sécurité. — M. J.-V. Laborde fait remarquer que si la pathogénie de la cirrhose doit être recherchée dans l'acidité du vin et les fermentations acides, l'alcool proprement dit joue aussi un rôle, puisqu'il provoque des dyspepsies caractérisées par l'hyperacidité. — M. Hayem signale, d'autre part, le rapport constant des affections du foie avec celles de l'estomac. — M. Léon Colin pense que la fréquence de la variole dans les troupes coloniales vaccinées vient de leur contact intime avec la population civile et indigène non vaccinée; il est donc partisan de la vaccine obligatoire. — M. A. Laveran croit que, sans faire de lois sur l'obligation de la vaccine, le gouvernement peut, en agissant sur les grands chefs indigènes et en leur faisant comprendre l'avantage de cette mesure, arriver à des résultats très satisfaisants. — M. J.-J. Andeer lit une note sur les conséquences des soudures des séreuses entre elles au point de vue de l'accouplement des ostiotes qui en résulte, et, par suite, du chemin ouvert aux microbes pour opérer des migrations d'un organe dans un autre organe limitrophe.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 19 Mars 1898.

MM. Roger et Josué ont injecté à des cobayes un mélange de névrine et de toxine tétanique; les animaux ont survécu sans présenter de troubles, mais ils meurent rapidement si on injecte les deux substances séparément. — M. H. Claude a examiné les nerfs et le système nerveux central d'un lapin inoculé avec du veau de vipère, et qui avait présenté de la paralysie et de la parésie. Les nerfs étaient atteints de névrite parenchymateuse; les lésions de la moelle et du cerveau consistaient dans une congestion intense des vaisseaux et de la substance grise. — MM. Gilbert et Carnot ont étudié le rapport qui existe entre l'absorption et l'élimination du glucose, injecté par voie intra-veineuse; ce rapport est constant; il est modifié par certaines infections (staphylocoque) et par certaines substances (phloridzine, nitrite d'amyle, etc.). — MM. Linossier et Barjon ont recherché les causes de l'élimination du bleu de méthylène dans les urines à l'état de chromogène; l'élimination a lieu ainsi toutes les fois que l'urine est alcaline; pendant les périodes d'acidité, le bleu s'élimine normalement. — M. Tuffier a essayé de reproduire expérimentalement chez le chien le rétrécissement du pylore; les irritations mécaniques ont échoué; seule, la résection lui a permis d'obtenir une sténose pylorique avec dilatation de l'œsophage ou de l'estomac accompagnée d'hyperacidité gastrique. — MM. Guyon et Courtaud ont étudié l'innervation du cardia; le pneumogastrique est l'antagonisme du grand sympathique, qui produit la contraction des fibres musculaires du cardia. — M. E. Toulouse présente un pupillomètre clinique, construit par M. Chazal. — MM. Billard et Cavallé envoient une note sur les effets de la section des deux nerfs phréniques. — M. Petit décrit les lésions rénales consécutives à l'injection de sérum d'anguille.

Séance du 26 Mars 1898.

MM. F. Bezançon et M. Labbé ont recherché le rôle des ganglions lymphatiques dans l'infection charbonneuse et staphylococcique. Le ganglion arrête les bactéries apportées par les lymphatiques et exagère sa production de lymphocytes. — M. Josué a observé des modifications de la moelle osseuse à l'autopsie des tuberculeux, même lorsqu'il n'y a pas de localisation du bacille. Ces modifications consistent en une multiplication des éléments cellulaires ou en sclérose avec dégénérescence amyloïde. — MM. Pachon et Gachet décrivent quelques expériences montrant *in vivo* l'existence de la sécrétion interne de la rate à fonction

trypsinogène. — M. Pachon a constaté que le foie, inacéré dans une solution aqueuse salée de propeptone, n'acquiert aucune propriété anticoagulante. L'intégrité anatomique et fonctionnelle des éléments vivants du tissu hépatique est donc nécessaire pour la production d'un état incoagulable du sang. — M. Linossier étudie les peroxydases, ou ferments oxydants signalés dans le pus et la salive, qui ne sont pas capables de fixer l'oxygène de l'air sur les corps oxydables, mais seulement l'oxygène de l'eau oxygénée ou des peroxydes. — M. Féré, en étudiant le réflexe pilo-moteur, a observé des cas où il était exclusivement unilatéral ataxie locomotrice, paralysie générale. — MM. A. Gilbert et L. Fournier décrivent une cirrhose hypertrophique biliaire du type splénomégaly; elle s'observe surtout chez l'enfant. Cette hypertrophie de la rate est un résultat de l'infection prolongée des voies biliaires. — M. Retterer, à la suite de ses recherches sur des os d'embryons non décalcifiés, conclut à l'existence d'un réticulum dans la substance dite amorphe du tissu osseux. — M. Guillemonat a constaté l'existence du fer dans le méconium du fœtus de l'homme et des animaux. — M. Weill signale l'indicanurie comme symptôme de l'insuffisance hépatique. — MM. Jardet et Rivière étudient la glycosurie consécutive à la transfusion du sang. — M. Loisel expose ses recherches sur l'action des substances colorantes sur les éponges vivantes.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 Mars 1898.

M. M. Lamotte a étudié les ondes plus courtes que l'onde fondamentale dans les systèmes de Lecher et de Blondlot. Dans le dispositif de Lecher, l'excitateur porte à ses deux extrémités deux lames métalliques situées dans un même plan, vis-à-vis desquelles sont placées deux autres lames métalliques, formant avec les premières deux condensateurs et dont partent deux fils parallèles de plusieurs mètres de longueur; ces deux fils se terminent aux armatures d'un dernier condensateur. Quand on déplace un pont métallique le long des deux fils, on obtient des vibrations qui sont particulièrement intenses quand il y a résonance entre les deux parties que le pont sépare dans le système. Ce dispositif a été étudié par Cohn et Heerwagen, Wiedemann et Ebert. M. Blondlot l'a modifié en supprimant le couple des deux premiers condensateurs et en réunissant les deux fils de ligne par un fil circulaire qui entoure l'excitateur. MM. Mazzotto et Brude laissent les deux fils de ligne se terminer librement et emploient deux ponts; l'un reste fixe, tandis qu'on déplace le second, qui est au delà du premier, en maintenant entre les deux un tube vide dont on observe l'éclat. Le système formé par les deux ponts et les deux segments de fil qu'ils limitent est le siège de vibrations qui sont particulièrement intenses quand leur période est égale à l'une de celles que peut produire le système constitué par l'excitateur et les fils de ligne jusqu'au premier pont; au moment où cette égalité est obtenue, l'éclat du tube est maximum. On peut appliquer à ce dispositif la théorie de la propagation de l'électricité dans les fils donnée par Kirchhoff; on trouve qu'il doit se produire des oscillations de période décroissante, qui sont d'abord nettement différentes de la série harmonique impaire, mais qui tendent à s'en rapprocher à mesure que la capacité devient plus petite relativement à la self-induction; la longueur d'onde du système compris entre les deux ponts est égale à la longueur totale du circuit. Dans la disposition de M. Blondlot, les ondes d'ordre supérieur sont faciles à observer. Avec un petit excitateur de 5 centimètres de diamètre, on peut observer jusqu'à quatre ondes successives, la période fondamentale correspondant à une longueur d'onde de 75 centimètres. Avec un grand excitateur de 60 centimètres de diamètre, sans condensateur, on trouve que le rapport de la longueur d'onde fondamentale à celle des ondes supérieures va en croissant quand on éloigne

le premier pont de l'excitateur; l'intensité des ondes supérieures augmente en même temps et la première peut devenir aussi intense que l'onde fondamentale. Avec le petit appareil, dans les mêmes conditions, le rapport de la longueur de l'onde fondamentale à la longueur de la première onde supérieure se rapproche de 2. La variation du rapport est inverse quand l'excitateur porte une capacité terminale. — M. P. Villard a étudié les rayons cathodiques. Il établit successivement les points suivants : 1° la résistance d'un tube de Crookes dépend essentiellement de la section du faisceau des rayons cathodiques. On le démontre en déterminant la longueur de l'étincelle équivalente pour plusieurs tubes cylindriques de même longueur branchés sur une même canalisation et munis de cathodes planes. Quand on réduit la dimension du faisceau cathodique en passant d'un tube à un autre plus étroit, ou en plaçant devant la cathode un écran percé d'un trou, ou en réduisant le diamètre de la cathode, on voit la résistance augmenter. Au contraire, on obtient une résistance beaucoup plus faible en employant une cathode filiforme, qui émet par toute sa surface. On peut réduire la résistance en réunissant deux cathodes en surface. 2° Les dimensions et la position de la région d'émission des rayons cathodiques dépendent de la forme du tube. Dans un tube de révolution portant une cathode plane normale à l'axe, le faisceau, s'il est étroit, suit toujours l'axe, même si la cathode est fortement excentrée. Dans les tubes focus, la région d'émission a la même plan de symétrie que le tube. Cette action des parois tient évidemment à leur état d'électrisation positive, déjà reconnu par Crookes; cette électrisation donne un potentiel à peu près égal à celui de l'anode sur presque toute la surface du tube; il n'y a qu'une variation très rapide au voisinage de la cathode, dès que le vide est un peu élevé. On vérifie aisément l'action directe d'une charge positive, qui repousse la région d'émission; au contraire, une charge négative l'attire. Le volume entier du tube prend part à la production des rayons cathodiques; si l'on place en avant de la cathode un mince diaphragme d'aluminium percé d'un trou, on voit se produire dans toute la région intermédiaire une vive fluorescence; mais les rayons cathodiques sont trop peu intenses pour fondre l'aluminium, sauf dans l'axe du trou par lequel passe un faisceau très intense, que l'on peut d'ailleurs, une fois qu'il est formé, amener au moyen d'un aimant, à tomber sur la lame. 3° M. Villard pense que tous les phénomènes peuvent s'expliquer en admettant l'existence d'un afflux de matière, chargée positivement, qui est repoussée par les parois du tube et vient tomber sur la cathode; la forme du tube doit, dans cette hypothèse, déterminer la région d'émission. En plaçant devant la cathode une lame percée de deux trous, on voit se produire, en face des trous, deux régions d'émission, caractérisées par des radiations actiniques intenses qui permettent de photographier très facilement les phénomènes. On peut, à l'aide d'une électrode auxiliaire, déplacer l'une de ces régions, en laissant l'autre intacte. M. Pellin projette plusieurs photographies représentant les apparences observées. L'afflux vers la cathode produit un échauffement; une lame mince de platine est rapidement portée au rouge, le platine est dépoli et paraît avoir été martelé. La nature de la cathode ne joue aucun rôle dans le phénomène. En employant une cathode de cristal entourée d'un anneau métallique, on voit, à mesure que le vide s'élève, la région d'émission des rayons cathodiques se resserrer, abandonner le métal, en même temps que le cristal est porté au rouge et fond. 4° M. Goldstein a observé que dans un tube divisé en deux parties par une cathode percée de trous, la région dans laquelle les rayons cathodiques ne se propagent pas est traversée par des rayons qui dégagent de la chaleur aux points où ils frappent le verre en produisant une fluorescence jaune qui n'est autre chose que la lumière du sodium. Ces rayons ne sont pas dérivés par un champ magnétique;

M. Villard a constaté qu'un champ électrique était également sans action. Ils sont le prolongement, au delà de la cathode, de l'afflux positif. On peut obtenir une déviation de ces rayons en déviant l'afflux, en avant de la cathode, mais au delà, les rayons ont perdu leur charge et se propagent sans aucune déviation. 5° Les rayons cathodiques sont constitués par des particules d'hydrogène. Le verre brunit quand il a été frappé longtemps par les rayons cathodiques; cette coloration n'est pas due à une volatilisation du métal, laquelle ne se produit qu'au voisinage immédiat de la cathode. D'ailleurs les dépôts métalliques sont toujours attaquables par des réactifs appropriés, et leur dissolution laisse le verre parfaitement net, même quand le dépôt atteint un poids de 1 ou 2 décigrammes. Au contraire, les acides ne font pas disparaître la coloration brune du verre : cette coloration rappelle celle que présente le même verre ou le même cristal quand on le travaille dans une flamme insuffisamment oxydante; sur le cristal elle apparaît en quelques secondes. L'effet des rayons cathodiques est donc réducteur; du verre vert passe au rouge par réduction de l'oxyde de cuivre; du cuivre oxydé reprend l'état métallique. Ces mêmes réactions se produisent encore dans des tubes fabriqués à l'aide de trompes sans robinets, avec du verre lavé à l'acide azotique fumant et bouillant; les matières grasses des robinets ou de la surface du verre ne semblent donc pas jouer un rôle essentiel. On peut encore observer les mêmes effets dans un tube que l'on a rempli au préalable d'oxygène de façon que le spectre de l'hydrogène disparaisse; on peut enfin éliminer l'action du métal en supprimant les électrodes intérieures, il faut donc supposer que la matière réductrice existe d'une façon constante à la surface du verre; M. Villard pense que c'est en réalité de l'hydrogène provenant de la couche de vapeur d'eau qu'il est absolument impossible d'enlever complètement de la surface du verre. On peut constater, en effet, que, dans certaines conditions, le spectre de l'hydrogène peut disparaître sans que ce gaz soit entièrement absent, ce qui explique l'expérience négative précédente. L'oxygène mis en liberté se manifeste au voisinage de la cathode, où du cristal noirci redevient incolore tandis que le cuivre s'oxyde. Enfin, les rayons de Goldstein possèdent, comme les rayons cathodiques, des propriétés réductrices; et dont M. Villard a montré récemment la parenté interne avec les rayons cathodiques, sont également capables de réduire le cristal; il semble donc permis de conclure que tout rayon cathodique, quelle que soit son origine, est toujours formé par de l'hydrogène. C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 11 Mars 1898.

L'action à l'ébullition de l'acide hypophosphoreux cristallisé sur l'acétone a donné à M. Marie deux acides complexes renfermant du phosphore dans leurs éléments. L'un de ces composés résulte de la condensation d'une molécule d'acide et de deux molécules d'acétone, l'autre résulte de la condensation molécule à molécule. Le premier a pour formule $C_4H_4O_4P$; il fond à 185°. L'auteur a préparé les sels de plomb et d'argent et le dérivé diacétylé correspondant. Le second acide s'extrait des eaux mères du premier, en saturant ces eaux mères par le carbonate de plomb. Le sel de plomb est ensuite décomposé par l'hydrogène sulfuré. On obtient ainsi un composé de formule $C_2H_2O_2P$, fondant à 52°. L'auteur étudie la même réaction avec la benzophénone. — M. Mouneyrat a appliqué, dans la série de l'éthane, la méthode de chloruration qui a été décrite antérieurement. Il a reconnu que le chlorure d'éthylène CH_2Cl-CH_2Cl , chauffé avec du chlorure d'aluminium, donne de l'acétylène. Si à 70° on fait passer un courant de chlore dans le mélange précédent, on obtient du tétrachlorure d'acétylène $CHCl_2-CHCl_2$. On peut encore obtenir abondamment ce dernier corps, en fai-

sant passer à la fois du chlore et de l'acétylène dans le mélange précédent. En chlorant le tétrachlorure d'acétylène à 110° dans les mêmes conditions, on obtient de l'hexachloréthane CCl_2-CCl_2 . — M. G. Bertrand a étudié l'action de la bactérie du sorbose sur les alcools plurivalents. La glycérine lui a donné la dioxycénone cristallisée; l'érythrite, l'arabite, la perséite et la voléinite lui ont donné, par perte de H_2 , de nouveaux sucres probablement cétoniques. Cette bactérie est sans action sur le glycol, la xylite et la dulcité. M. Bertrand fait remarquer que, non seulement ce microorganisme pourra servir à préparer de nouveaux sucres, mais qu'il permettra probablement aussi d'élucider certaines formules de constitution. — M. Urbain a observé que dans les fractionnements des terres yttriques à l'état d'éthylsulfates, les cristaux qui se déposent en premier lieu donnent un spectre pauvre en bandes d'absorption. Dans ce spectre, les bandes du holmium sont sensiblement plus intenses que celles du nouvel erbium. Le poids atomique du métal de ces cristaux est plus faible que celui du métal des cristaux se déposant ensuite. Le poids atomique le plus faible qui ait été obtenu égale 97. Dans la suite des fractionnements, le spectre de l'erbium nouveau devient plus intense et, finalement, les bandes du holmium disparaissent complètement. On obtient enfin des eaux mères sans spectre d'absorption, qui renferment un oxyde blanc dont le métal doit être de poids atomique élevé. — M. Blondel a obtenu, bien cristallisés, les phosphochromates de potassium, ammonium, baryum, plomb, argent, mercure. Il a préparé également les arséniochromates correspondants. — MM. Flateau et Labbé ont extrait de l'essence de Portugal 1,3 à 2 % d'un éther solide fondant à 64-65°. L'acide constituant de cet éther est un composé non saturé de poids moléculaire élevé en C^{18} ou C^{24} . Ce doit être un composé renfermant une double liaison, car il fixe deux atomes de brome en donnant un dérivé bromé fondant à 94-96°. — MM. Flateau et Labbé ont caractérisé dans l'essence de mandarine, constituée pour la plus grande partie par du limonène, 0,5 à 1 % de l'éther solide qu'ils ont extrait de l'essence de Portugal. Cette essence renferme également des traces de citral.

Mémoires présentés à la Société. — MM. Adrian et Trillat : Sur le phosphoglycérate de chaux et sur le dosage des phosphoglycérates neutres. — Contribution à l'étude de la réaction de l'acide phosphorique sur la glycérine. — M. G. Blanc : Sur l'acide camphorique. Constitution de l'acide camphorique. — M. G. Massol : Etude thermique de l'acide azélaïque. E. CHABRON.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Février 1898.

M. Porter communique ses observations sur le pic de Ténériffe, qui lui ont permis de mesurer le diamètre de la Terre. La méthode consiste à observer l'ombre projetée par le pic sur la mer et à mesurer le temps qui s'écoule entre le moment où l'apex de l'ombre touche l'horizon et celui où il est éclipsé par l'ombre de la nuit. M. Porter a remarqué un phénomène encore inaperçu : l'air chaud qui s'élève de la montagne projette lui-même une ombre. — M. Porter propose ensuite une nouvelle théorie des geysers. Les théories de Bunsen et d'autres ne rendent pas compte de ce fait que l'entonnoir du geyser est toujours complètement plein à la fin d'une éruption; ce remplissage immédiat est d'autant plus remarquable que certains geysers du Parc de Yellowstone déchargent près de 7.000.000 de litres d'eau à chaque éruption, et que les éruptions peuvent avoir lieu à des intervalles de cinq minutes. D'autre part, les théories supposent des différences de température beaucoup plus élevées que celles qui sont possibles dans la région de Yellowstone. M. Porter pense que le phénomène s'explique mieux si l'on suppose un arrangement des couches analogue à celui qui existe dans les contrées à puits artésiens; l'entonnoir du gey-

ser correspond alors à un puits communiquant avec un courant sous rain, le tube du geyser. Ce tube suit les replis du terrain; l'entonnoir s'élève à l'extrémité du pli terminal; aux autres extrémités des plis existent des poches de vapeur. Comme toutes les régions à geyser sont en forme de cuvette, on peut raisonnablement supposer que l'extrémité du tube opposée à l'entonnoir affleure en un point des montagnes environnantes; par ce point, de l'eau coule continuellement dans le tube. Si le tube ne s'enfonce pas assez profondément pour atteindre la température de vaporisation de l'eau, il se produira simplement une source tranquille d'eau chaude. Mais si le tube descend assez bas, il se forme de la vapeur, qui s'accumule aux points les plus élevés des plis. Cette vapeur arrête le courant d'eau, jusqu'à ce que la colonne d'eau froide accumulée dans les montagnes surpasse sa résistance, la condense et rétablit la continuité du courant. Poussé par la pression exercée derrière lui, le courant est lancé dans l'entonnoir du geyser et l'eau chaude située en avant s'échappe jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli. — M. Porter décrit enfin une méthode pour voir en relief les projections lumineuses. Un disque percé tourne devant deux lanternes; celles-ci projettent alternativement deux vues stéréoscopiques sur un écran, de façon à ce que les deux projections se superposent. Dans le bord du disque, on a percé d'autres trous, au travers desquels l'oeil errateur regarde. Les trous sont arrangés de façon à ce que l'œil droit (ou gauche) ne puisse voir l'écran qu'au moment où la vue droite (ou gauche) y est projetée. Lorsque la rotation est assez rapide, l'image apparaît unique, en relief et sans tremblement.

Séance du 11 Mars 1898.

M. J.-D. Everett étudie la représentation dynamique de certains phénomènes d'Optique. Dans une première partie, il recherche les propriétés d'une série de particules égales attachées à des intervalles égaux le long d'une corde élastique sans poids uniformément tendue. La plus haute fréquence d'un mouvement harmonique simple trouve à lieu lorsque la longueur d'onde est double de la distance commune a . Lorsque la longueur d'onde croît de 2 à l'infini ou diminue de $2a$ à a , la fréquence tend vers 0. A chaque longueur d'onde λ_1 entre $2a$ et l'infini, correspond une longueur d'onde λ_2 entre $2a$ et a , de telle façon qu'on a :

$$\frac{a}{\lambda_1} = \frac{a}{\lambda_2} = 1.$$

La fréquence est la même pour λ_1 et λ_2 . D'ailleurs, cette différence de longueur d'onde entre les deux mouvements n'est qu'apparente, car, si l'on se rapporte seulement au mouvement des particules, les ondes de longueur λ_1 voyageant dans une direction sont analogues aux ondes de longueur λ_2 se propageant dans la direction opposée. Il en est de même si la somme des rapports ci-dessus, au lieu d'être égale à l'unité, est un nombre entier. Par contre, si la différence de ces rapports est un nombre entier, les deux séries d'oscillations se propagent dans le même sens. Ainsi, tout système ondulatoire harmonique simple d'un système de particules peut être considéré comme posé sur l'une quelconque d'une infinité de longueurs d'onde. Dans une seconde partie, l'auteur étudie les pendules, dont il considère deux espèces : le pendule sympathique, formé de deux pendules suspendus au même point, et le pendule double, formé d'un pendule simple suspendu à un autre problème. Le problème consiste à rechercher un mode de vibration pour lequel les deux lentilles aient des phases identiques ou opposées, de façon que leurs déplacements soient dans un rapport constant. Il existe deux de ces modes, l'un avec un rapport positif, l'autre avec un rapport négatif. Pour les pendules sympathiques égaux en masse et en longueur, les périodes des deux modes de mouvement sont approximativement égales; le déplacement de chaque

pendule suit la loi d'une courbe de battements; il est maximum pour l'un quand il est minimum pour l'autre. Pour les pendules doubles, il existe également, lorsque la masse inférieure est beaucoup moindre que la masse supérieure, des mouvements suivant la loi des battements, pourvu que, au début, une lentille soit au zéro et l'autre dans la position extrême. Si les longueurs des deux fils sont tout à fait égales, un mode fondamental possède approximativement la période du pendule supérieur, l'autre celle du pendule inférieur. Pour obtenir d'une manière parfaite le phénomène des battements, le fil supérieur doit être légèrement plus long que l'inférieur et le rapport de la différence à la somme des longueurs doit être égal au rapport de la masse inférieure à la supérieure. L'auteur applique ensuite les résultats obtenus à l'explication du phénomène de la fluorescence. — M. R.-A. Leffeldt a étudié les propriétés des mélanges de liquides. Les expériences ont été faites sur des mélanges de benzène et de toluène avec du tétrachlorure de carbone ou de l'alcool éthylique. Les déterminations comportaient la mesure de la pression et de la composition de la vapeur; ces deux mesures étaient faites séparément. Pour la détermination de la pression, on a employé la méthode dynamique. On pèse le mélange, on prend l'indice de réfraction au moyen du réfractomètre de Pulfrich, puis on le place dans un tube bouillant, et, après avoir réglé la température et la pression, on prend les observations à différentes températures. On mesure enfin l'indice de réfraction du résidu, qui servira à trouver la composition du mélange. Pour déterminer la composition de la vapeur au-dessus du mélange, on en distille une petite partie qu'on analyse ensuite. Linebarger avait trouvé que la pression partielle du benzène et du toluène dans les mélanges est simplement proportionnelle au pourcentage moléculaire. Les expériences de M. Leffeldt ne valent pas cette conclusion; on en déduit que la méthode de Linebarger pour la détermination des poids moléculaires est incorrecte.

Séance du 25 Mars 1898.

M. A. Campbell Swinton a étudié la circulation de la matière gazeuse dans un tube de Crookes. Pour cela, il observe la direction et la vitesse de rotation d'un radiomètre de mica, monté sur une glissière perpendiculaire à la ligne joignant les électrodes. Si le radiomètre est placé entre la plaque plane et les électrodes, il tourne dans une direction indiquant un courant de la cathode à l'anode; si l'on déplace le radiomètre sur la glissière, il arrive à un point où la rotation cesse; au delà de ce point, la rotation est renversée, mais la vitesse est beaucoup plus faible. Ce renversement ne s'observe qu'aux hauts degrés de vide; il indique la présence d'un courant allant de l'anode à la cathode. Ce courant est chargé positivement; il est extérieur au courant cathodique. L'auteur suppose qu'aux faibles degrés de vide la décharge passe à travers le tube en se communiquant de molécules à molécules. Aux vides élevés, par contre, l'électricité est transportée par les atomes qui vont de l'anode à la cathode ou vice versa en transportant des charges positives ou négatives. — M. V. Boys croit que le mouvement du radiomètre n'est pas dû uniquement au choc des particules matérielles, celles-ci devant rares aux vides élevés. — M. Campbell Swinton répond que, si le nombre des particules est petit, leur vitesse est considérable et suffisante pour entraîner les ailes du radiomètre. Ces expériences sont une confirmation de la théorie du bombardement de Crookes. — M. A. Stansfield communique ses recherches sur les pyromètres thermoelectriques. On désire souvent examiner en détail les variations de température qui ont lieu aux environs du point de fusion ou de solidification d'un métal. Pour cela, il est nécessaire d'employer un système qui donne à plus grande échelle la courte série de températures qui contient ce point particulier. Dans ce but, l'auteur dispose parallèlement deux galvanomètres, dont les déviations sont enregis-

trées sur la même plaque photographique. Le moins sensible eoregistre toute l'observation; l'autre amplifie la partie dont l'examen offre le plus d'intérêt. Dans ce dernier cas, une partie de la force électromotrice du couple thermique est compensée par une force opposée. La plaque photographique est mobile; la lumière est celle d'une lampe à incandescence, entourée d'une boîte en bois, portant un tube muni d'un diaphragme rectangulaire. La lumière réfléchiée par le miroir est renvoyée par une lentille sur la plaque. L'auteur a trouvé des différences sérieuses entre les indications données par des couples ayant nominalelement la même composition. Un alliage de platine contenant 10 % d'iridium, couplé avec le platine, donne un couple plus puissant qu'un alliage à 10 % de rhodium; ce dernier couple est lui-même plus fort que celui qui contiendrait 10 % d'un mélange de rhodium et d'iridium. L'auteur, enfin, divise les métaux en deux classes : 1° les métaux ordinaires, pour lesquels la courbe représentant la différentielle première de la force électromotrice par rapport à la température est une ligne droite; 2° les métaux du groupe du platine et ceux du groupe du nickel et du cobalt, pour lesquels la courbe de la différentielle multipliée par la température absolue est une ligne droite.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Mars 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. D.-J. Korteweg présente une communication de la part de M. W.-A. Wythoff intitulée : *Un système d'opérations dans l'espace à quatre dimensions analogue aux quaternions de Hamilton*. Un « planivecteur », ou vecteur tout court, est une partie limitée d'aire donnée d'un plan déterminé de position dans l'espace à quatre dimensions et dont le contour est parcouru dans un sens déterminé. Ainsi, deux vecteurs sont égaux s'ils ont même aire, s'ils se trouvent dans le même plan ou en des plans parfaitement parallèles et si leurs contours sont parcourus dans le même sens. Des vecteurs égaux ont des projections égales sur un plan quelconque. La somme de plusieurs vecteurs se réduit d'une infinité de manières à la somme de deux vecteurs situés en deux plans différents, mais d'une manière unique à un « bivecteur ». En deux cas, ceux des bivecteurs isocèles, cette réduction est indéterminée. Opérations scalaires et vectorielles sur les bivecteurs. Biquaternions de la forme $q = a_0 + b_1 h + (a_1 + b_2 h) i + (a_2 + b_3 h) j + (a_3 + b_4 h) k$. Somme de biquaternions. Biquaternion conjugué. Rapport avec la théorie de Clifford, etc.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H.-A. Lorentz : *Phénomènes optiques qui dépendent de la charge électrique et de la masse des ions*. I. En mesurant le déplacement des raies spectrales causé par des forces magnétiques (effet Zeeman), on peut trouver la valeur du rapport $\frac{e}{m}$, e étant la charge et m la masse des ions qui sont en jeu dans les phénomènes lumineux. Il y a d'autres phénomènes, par exemple, la dispersion, qui dépendent de la valeur de $\frac{e^2}{m}$. Pour le faire voir, l'auteur considère un corps dont les molécules contiennent des ions capables de vibrer autour d'une position d'équilibre. En supposant qu'il y ait plusieurs de ces particules et en désignant, pour une quelconque de ces espèces, par N le nombre par unité de volume, par e et m la charge et la masse, et par n_0 le nombre des vibrations propres pendant un temps 2π , l'auteur trouve pour l'indice de réfraction μ la formule suivante :

$$\frac{\mu^2 - 1}{\mu^2 + 2} = \sum \frac{4}{3} \pi N \frac{e^2}{m} \cdot \frac{1}{n_0^2 - n^2}.$$

Le signe Σ se rapporte aux différentes espèces d'ions; V est la vitesse de propagation de la lumière dans l'éther et n le nombre des vibrations de la lumière inci-

dente pendant le temps 2π . La charge e doit être exprimée en unités électromagnétiques. S'il n'y a qu'une seule espèce d'ions, la formule prend la forme :

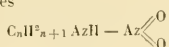
$$\frac{\mu^2 - 1}{\mu^2 + 2} = \frac{4}{3} \pi N \frac{\Delta}{k} \left(\frac{e}{m} \right)^2 \cdot \frac{1}{n_0^2 - n^2},$$

Δ étant la densité du milieu et p le rapport entre la masse d'une molécule et celle de l'ion mobile qu'elle contient. Cette formule est appliquée aux mesures de M. Ketteler sur la dispersion de l'hydrogène. En supposant $\frac{e}{m} = 10^7$, d'après les résultats de M. Zeeman, on trouve $k = 700$ et pour le rapport entre la charge e et la masse m d'un atome d'hydrogène 3×10^4 . Le rapport analogue qu'on déduit de l'équivalent électrochimique est 10^4 ; il semble donc que les charges qui sont en jeu dans les phénomènes lumineux soient du même ordre de grandeur que celles dont il s'agit dans les phénomènes de l'électrolyse. M. Lorentz considère ensuite l'absorption produite par une masse gazeuse. Il suppose que, pendant le temps qui s'écoule entre deux chocs successifs d'une molécule, l'ion qu'elle contient puisse vibrer librement sous l'influence de la lumière incidente, mais qu'à chaque rencontre la vibration acquise soit profondément dérangée, l'énergie vibratoire étant ainsi convertie en chaleur. La formule à laquelle conduit sa théorie contient la valeur moyenne de l'espace

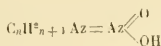
de temps nommé et, de nouveau, la quantité $N \frac{e^2}{m}$.

M. J.-M. van Bemmelen a poursuivi ses recherches sur l'eau dans les colloïdes, notamment dans l'hydrate silicique. Il a étudié le point singulier sur l'isotherme (p , c), p = pression de la vapeur, c = teneur en eau du colloïde, à 15°, qui correspond à une solution de continuité de la courbe de déshydratation. Dans ce point, l'hydrate subit un changement tant soit peu brusque, il devient opaque et perd son eau plus facilement qu'avant ce point. Ce point passé, la déshydratation, opérée par une diminution continue de la pression de la vapeur, produit une porosité dans l'hydrate qui ne se rétrécit plus. Quand la pression de vapeur s'abaisse à zéro, toujours à 15°, l'hydrate a acquis une porosité tellement prononcée que quelquefois le volume des pores surpasse celui de la matière elle-même. L'air de l'atmosphère ou tout autre gaz est absorbé. La condensation de l'air dans ces pores peut s'élever à quatre fois le volume ordinaire, ce qui correspond à une pression capillaire d'autant d'atmosphères. Quand le corps est réhydraté, en augmentant successivement la pression de la vapeur, les pores se remplissent de nouveau d'eau. Quand le corps a été modifié par le temps et quand, par conséquent, le point indiqué apparaît plutôt sur l'isotherme de déshydratation, c'est-à-dire à des valeurs plus grandes de p et c , les pores acquièrent un plus grand volume, mais au contraire la condensation de l'air absorbé est diminuée. Elle s'abaisse même au-dessous de deux atmosphères. Cette modification correspond donc à une diminution de la force d'absorption. Et une calcination assez forte détruit en même temps la porosité et le pouvoir absorbant. — MM. A.-P.-N. Franchimont et H. Umbrège ont examiné l'action de l'acide sulfurique de 35 à 40 % à la température ordinaire sur les nitramines aliphatiques acides et neutres et leurs isomères. Les premiers (nitramines de méthyle, d'éthyle, de propyle et de butyle) livraient très lentement du protoxyde d'azote, un alcool et, à l'exception du nitramine de méthyle, une petite quantité d'hydrocarbure non saturé. On obtient le même résultat quand on remplace ces nitramines libres par leurs combinaisons avec le potassium, le baryum ou l'argent. Les nitramines neutres ne subissaient pas de changement; au contraire, leurs isomères d'autant plus. Les auteurs ont examiné les isomères de propyléthylnitramine, de méthyléthylnitramine, de diéthylnitramine et d'éthylméthylnitramine. À l'exception du dernier, où le groupe CH₃ est lié au nitrogène, ils livraient AzO, un ou deux al-

cools et un peu d'éthène. Les auteurs croient que les nitramines acides



sous l'influence de l'acide sulfurique se changent lentement en



et que ces matières diazoïques se décomposent immédiatement ainsi que leurs dérivés alkylés. — MM. L. Aronstein et S.-H. Meihuizen : *Recherches sur le poids moléculaire du soufre d'après la méthode du point d'ébullition*. Il s'agit de savoir si le poids moléculaire du soufre diffère à mesure qu'il se trouve de l'un ou de l'autre côté du point de transition entre les modifications rhomboïdale ou monoclinique. Pendant que M. Aronstein s'occupait de cette question, les Américains Ohndorff et Terrasse ont publié un mémoire volumineux sur des déterminations du poids moléculaire du soufre sous des températures très divergentes et dans des solutions très différentes. D'après ces savants, le poids moléculaire du soufre s'exprime par S_8 , S_6 ou S_4 , à mesure qu'il se trouve au-dessous de son point de fusion, au-dessus de son point de fusion ou en solution dans le monochlorure de soufre. Parce que ces résultats ne s'accordaient pas avec les expériences de M. Aronstein, les auteurs ont cru devoir pousser plus loin leurs recherches. En se servant de toluol ils trouvent S_8 , tandis que le benzol et la naphthaline donnent S_8 et le xylol une valeur entre S_8 et S_6 . De plus, ils constatent qu'à son point d'ébullition le monochlorure de soufre est en partie dissocié, de manière que cette matière ne se prête pas à la détermination en question par la méthode du point d'ébullition et que le résultat S_8 des savants américains est illusoire. — M. J. M. van Bemmelen présente la thèse de M. D.-P. Hoyer intitulée : « Contribution à la connaissance des bacilles du vinaigre ». — M. S. Hoogewerff présente un mémoire de M. J.-L. Abersson : « L'isomérisation de l'acide malonique ». Sont nommés rapporteurs, MM. Hoogewerff et van Borp.

3. SCIENCES NATURELLES. — MM. G.-C.-J. Vosmaer et C.-A. Pekelharing : *Sur la manière dont les Eponges se nourrissent*. En se basant sur une série d'expériences d'alimentation avec du carmin ou du lait chez *Spongylla lacustris* et *Sycon ciliatum*, les auteurs prétendent que d'abord les choanocytes s'emparent de la nourriture et que ce fait a échappé à M. Metschnikoff, probablement à cause du temps écoulé entre l'alimentation et l'expérience. Sur des coupes longitudinales de *Leucosolenia* ils trouvaient que le mouvement des « flagella » se fait très irrégulièrement, sans aucune trace de coordination. Cependant les auteurs sont d'avis que l'écoulement régulier de l'eau à travers les Eponges n'est pas en contradiction avec le mouvement irrégulier des flagella. Ils remarquent que la position des choanocytes est telle qu'elles s'opposent à l'écoulement de l'eau par les *protophylla* tandis que les *apophylla* l'ont passer l'eau sans aucune difficulté. De plus, chez des Eponges de toute description, la forme des canaux d'importation est favorable à l'introduction de l'eau dans les chambres flagellées, tandis que les canaux d'exportation figurent comme lieux d'appel, aussitôt que le mouvement vers l'osculum se manifeste. — M. J.-M. van Bemmelen présente un travail de M. H. van Cappelle : *Nouvelles observations sur le terrain diluvial des Pays-Bas*, etc.

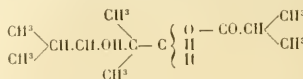
P.-H. SCHOUTE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 17 Février 1898.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — MM. J. Herzig et H. Meyer démontrent la non-identité de la pilocarpidine tirée par Merck du jaborandi avec celle produite par la pilocarpine. — MM. Max Brauchbar et Léopold Kohn

étudient le produit de condensation de l'isobutyraldéhyde, auquel Fosseck, puis Urban, ont attribué la formule du diisopropylketol. Les auteurs montrent qu'il n'en est pas ainsi, et que le corps formé possède une formule triple $(C^H^4O)^3$. Sa constitution ne peut être ni celle d'un aldol, car il est trop stable, ni celle d'un composé cyclique, car les groupes OH ne peuvent être remplacés par des groupes acétyl. Les réactions de ce corps en font un éther isobutyrique de l'octoglycol :



Les auteurs ont préparé cet éther en partant de l'acide et du glycol et ont obtenu un corps absolument identique au produit de condensation de l'aldéhyde ; la constitution de ce dernier est donc bien démontrée.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. Hans Hallier présente un travail sur les Convolvulacées découvertes par M. Pospischil en Afrique orientale en 1896.

Séance du 3 Mars 1898.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ed. Mazella a étudié comparativement l'évaporation de l'eau de mer et de l'eau douce. Le rapport entre la hauteur d'évaporation de l'eau douce et celle de l'eau salée se rapproche de l'unité à mesure que l'intensité d'évaporation augmente ; ainsi, pour une évaporation diurne de 0,3 millimètres d'eau douce, il est de 1,43, tandis que pour une hauteur de 6,3 millimètres, il est seulement de 1,10. L'augmentation de l'évaporation par degré de température et par kilomètre de vitesse du vent est plus grande pour l'eau douce que pour l'eau de mer ; de même, lorsque l'humidité atmosphérique augmente, la diminution d'évaporation est plus grande pour l'eau douce que pour l'eau de mer. — M. J.-R. von Gettler a observé le phénomène suivant : Si les rayons émanés d'une cathode K tombent sur un corps métallique, par exemple un fil K' fixé à la paroi du tube de décharge, ce fil projettera une ombre définie sur la paroi de verre opposée à la cathode. Si on interpose entre K et K' un condensateur, puis qu'on réunisse la cathode K au pôle négatif et l'anode A au pôle positif d'une bobine de Ruhmkorff, on observe que l'ombre de K' s'élargit et apparaît composée d'une série de bandes vertes séparées par des espaces sombres. — M. I. Klemencic a cherché si les pertes par hystérèse dans les champs alternatifs rapides étaient différentes des pertes de la magnétisation cyclique lente. Il a trouvé que ces pertes étaient d'autant plus grandes que le nombre des alternances est plus considérable et que la force coercitive du fer employé est plus petite. Pour le fer doux, avec 2000 alternances, la perte est donc plus grande que dans l'aimantation cyclique ; pour le fer dur, même avec 4000 alternances, il n'y a pas de différence appréciable. — MM. J.-M. Eder et E. Valenta ont déterminé avec la plus grande précision les deux spectres du soufre ; ils ont observé, sous des pressions plus hautes, l'élargissement de quelques lignes simples. — MM. M. Lilienfeld et S. Tauss : Sur le glycol et l'aldol des aldéhydes isobutyrique et isovalérique. — M. Paul Cohn a préparé l'éther chinolique de la morphine en faisant réagir sur elle la chinoline chlorée. C'est un corps blanc, cristallisant en petits prismes, donnant des sels avec les acides minéraux. Le sulfate est un poison énergique, dont l'auteur a étudié l'action sur le chien.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. K.-A. Redlich décrit une faune de Vertébrés trouvée dans le Tertiaire de Leoben.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Notice nécrologique

Rudolf Leuckart. — Le grand zoologiste allemand, mort il y a quelques mois, était né en 1822, à Helstedt, dans la province de Brunswick. Son oncle, Frédéric Sigismund Leuckart, qui mourut en 1843 avec la réputation d'un zoologiste de talent, lui communiqua de bonne heure le goût de la science, car il entra très jeune à l'Université de Göttingue, où il conquit brillamment ses grades. Il y resta encore quelques années comme assistant, puis passa en 1850, comme professeur extraordinaire, à l'Université de Giessen, où les cours de Liebig attiraient alors des foules d'étudiants.

A cette époque, Leuckart avait déjà publié deux grands ouvrages : les *Contributions à l'étude des Invertébrés* (en collaboration avec Frey, 1847) et la *Morphologie et Phylogénie des Invertébrés* (1848), où il séparait la grande division des *Radiata* de Cuvier en Coelenthéris et en Echinodermes. En outre, il divisait les Métazoaires en six types, — Coelenthéris, Echinodermes, Vers, Arthropodes, Mollusques, Vertébrés, — et inaugurait ainsi un système qui, dans ses traits généraux, est resté jusqu'à aujourd'hui ; c'était là un trait de génie chez un jeune homme de vingt-cinq ans travaillant à une époque où la science morphologique était si peu avancée.

En 1870, Leuckart fut nommé professeur à Leipzig. Il y enseigna avec succès et y eut beaucoup d'élèves, comme le témoigne le livre qui lui fut offert à l'occasion de son soixante-dixième anniversaire, et dans lequel 139 savants, dont plusieurs sont aujourd'hui des maîtres, se déclarèrent ses disciples.

Dans son âge mûr, Leuckart réalisa pleinement les promesses de sa jeunesse. Il est impossible de citer tous ses travaux, dont la plupart ont paru, depuis quarante ans, dans les *Archiv für Naturgeschichte*. Rappelons, en passant, ses mémoires sur la division du travail dans le règne animal, ses recherches sur la reproduction des Aboilles et des Céphalopodes, sur l'organe cilié des Héteropodes et des Pteropodes. Mais il s'est surtout occupé de la vie parasitaire, des vers parasites en particulier. Il reconnut un des premiers l'importance des méthodes d'helminthologie expérimentale introduites

par Küchenmeister et il montra le cycle évolutif de la plupart des vers parasites alors connus en les faisant passer par une suite d'hôtes appropriés ; ses travaux sur la Trichine et le *Pentastomida* firent époque. Son ouvrage : *Les parasites de l'Homme* est une véritable encyclopédie de la matière.

Leuckart est mort plein d'années et d'honneurs, laissant un nom qui restera dans la mémoire de tous les zoologistes¹.

§ 2. — Physique

L'analyse spectrale des météorites. — MM. W.-N. Hartley et Hugh Ramage poursuivent depuis longtemps des recherches très intéressantes sur la dissémination des éléments rares et la manière dont ils s'associent dans les minéraux et les minerais les plus communs. Ces auteurs sont précédemment arrivés à cette conclusion que les métaux rares sont bien plus répandus qu'on ne le croit généralement ; ainsi, sur 91 minerais de fer appartenant à la collection du Collège royal des Sciences de Dublin, 35 renferment le métal rare gallium ; le rubidium y est très commun ; les magnétites contiennent invariablement du gallium, mais non de l'indium ; c'est le contraire pour les sidérites.

Comme complément à ces recherches, MM. Hartley et Ramage viennent d'examiner spectroscopiquement un grand nombre d'échantillons de fer météorique, de sidérolithes et de météorites. Voici le résumé de leurs observations : Les divers fers météoriques ont une composition à peu près semblable, quoique les proportions des constituants varient. Ils renferment, comme d'ailleurs la plupart des minerais de fer et des fers manufacturés, du cuivre, du plomb et de l'argent. Le sodium, le potassium, le rubidium s'y rencontrent, mais en faibles proportions. Le gallium y existe en proportions variables, mais fait défaut dans beaucoup de météorites. Les pierres, mais non les fers météoriques, renferment du chrome et du manganèse. Le nickel est un des constituants principaux des météorites, fers météo-

¹ D'après le journal anglais *Nature*, n° 1484.

riques et sidérolithes; le cobalt ne se rencontre que dans les deux dernières variétés. Les principales différences entre le fer tellurique et le fer météorique consistent donc dans l'absence, chez le premier, de nickel et de cobalt en quantité notable, et dans la présence du manganèse.

Les auteurs ont enfin constaté que deux lignes, observées par Norman Lockyer dans le spectre de deux météorites et considérées l'une comme inconnue, l'autre comme douteuse, appartiennent la première certainement et la seconde très probablement au gallium.

§ 3. — Géographie et Colonisation

Sur l'introduction et la culture des *Aracarias* dans les Colonies françaises tropicales. Valeur commerciale et industrielle de leurs produits. — En France, dans le grand public, on s' imagine volontiers que les *Aracarias*, ces splendides végétaux dont l'une des plus belles espèces (*A. excelsa*), originaire de l'île de Norfolk¹, est aujourd'hui l'ornement obligé de tout salon qui se respecte, ne peuvent être que des plantes d'ornement, destinées seulement, en dehors de toute utilité réelle, à réjouir la vue par l'élégance de leur forme et l'ampleur de leurs dimensions. En effet, la connaissance sommaire de la valeur utilitaire de ces splendides Conifères est limitée, selon toute apparence, aux pays d'où ils sont originaires et n'a guère dépassé le cercle des spécialistes qui se sont donnés à leur étude. Après un examen approfondi de ces plantes intéressantes au plus haut degré, j'ai essayé de les faire mieux connaître, tant comme végétaux que comme producteurs de matières premières utiles, et j'ai publié déjà, dans un but de vulgarisation, quelques articles sur les *A. Bidwilli*, *Cooki* et *Brasiliensis*, qui ont paru en 1893-94, soit dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, soit dans le bulletin de la Société nationale d'acclimatation de France.

En même temps que paraissaient ces études soit purement botaniques, soit appliquées, je me faisais un devoir d'introduire ceux d'entre ces végétaux qui m'avaient paru les plus utiles dans celles de nos colonies françaises dont le climat m'a semblé approprié à leur culture. J'ai eu la satisfaction d'apprendre que l'*Aracaria Bidwilli*, espèce incontestablement très recommandable, prospère admirablement en Nouvelle-Calédonie et à la Réunion, grâce aux soins dont ces sujets ont été et sont encore l'objet de la part d'abord de feu Pottier, le très regretté directeur du Jardin colonial de Saint-Denis (Réunion), et actuellement de M. Neveu, son dévoué successeur dans ces fonctions. Il en est de même en Nouvelle-Calédonie. Je voudrais aujourd'hui attirer l'attention sur les conditions de cet acclimatement et sur le parti qu'on peut tirer de ces végétaux dans nos colonies françaises.

Il est bon de dire tout d'abord que les *Aracarias*, bien que tous originaires des régions tropicales, ne sont pas exclusivement des plantes de littoral, que le plus grand nombre vit dans l'intérieur des terres tropicales, échelonnées à des altitudes qui peuvent être très élevées. A l'appui de cette proposition, nous pouvons citer ce fait qu'à côté de l'*Aracaria Cooki* et de l'*A. excelsa* qui vivent, le premier en Nouvelle-Calédonie et le second à l'île Norfolk, tout à fait dans la zone littorale et même dans les îlots plats qui se groupent autour de ces îles, on connaît les *A. Bidwilli*, *Cunninghami* et *Brasiliensis*, qui, les deux premiers en Australie et le troisième au Brésil, sont ramassés en forêts sur les hautes montagnes dont ils couronnent les sommets; pour l'*A. Bidwilli*, par exemple, l'altitude de la station est même telle qu'en certaines saisons, ces végétaux ont leurs rameaux couverts de neige ou de verglas. Ils subsistent là, sur leurs terres originelles (dans le Sud de

l'Australie), des températures extrêmes. De ces faits, il résulte que l'acclimatement de ces derniers végétaux devra être tenté, non pas sur les zones littorales chaudes de nos colonies tempérées, situées à la limite des tropiques (comme la Réunion, la Nouvelle-Calédonie, Madagascar), mais bien à une certaine altitude sur leurs pentes montagneuses.

Une autre considération doit bien pénétrer dans l'esprit de l'acclimatateur colonial, en ce qui touche aux Conifères qui nous occupent: c'est que la plupart des espèces de ce genre *Aracaria*, au moins celles qui m'ont paru les plus utiles, recherchent les terrains *siliceux* facilement perméables. Le calcaire ne saurait leur convenir.

Au point de vue de leur utilisation, les *Aracarias* présentent des particularités qu'on rechercherait en vain dans d'autres Conifères. On sait que ces dernières, en général, laissent suinter spontanément des oléorésines en plus ou moins grande quantité, et, qu'à la suite d'une incision, il en coule plus ou moins abondamment par les plaies: c'est sur cette donnée que repose la pratique déjà ancienne du gommage des pins et notamment des *pins des Landes*. Ici, il n'en est plus de même. Les *Aracarias* laissent exsuder, avec ou sans incision du tronc et des rameaux, non pas des oléorésines, mais des gomme-oléorésines, c'est-à-dire des produits plus ou moins abondants, parfumés fort différemment ou même pas du tout par des essences (huiles essentielles), mais possédant tous dans leur composition une gomme identique à celle connue sous le nom de *gomme arabique*, et qui est formée d'*arabine*. Jusqu'ici, les *Aracarias* sont les seules Conifères douées de cette singulière propriété de donner une gomme arabique (particularité que je leur ai découverte en 1889), et cette substance y est comparable à celle des *Acacias* africains. La seule différence est qu'on l'obtient ici par incision, c'est-à-dire à la volonté de l'homme (ce qui est une supériorité), mais mêlée à de la résine. Je dis cependant que les *Aracarias* donnent de la gomme, parce qu'il n'est pas bien difficile, l'*arabine* étant soluble dans l'eau et les résines ne l'étant pas, de séparer industriellement cette gomme de la résine à laquelle elle est intimement mêlée, et cela sans beaucoup de frais. C'est une opération assez facile, même en grand, et je parle par expérience, car j'ai pu la faire pratiquer sur une ou deux tonnes de gomme-résine d'*Aracaria Cooki*. Cet arbre, spécial à la Nouvelle-Calédonie et aux Nouvelles-Hébrides, est reconnaissable par l'abondance de la sécrétion qu'il donne après incision de l'écorce. Voilà donc un premier produit de quelque valeur commerciale.

Il est vrai que cette gomme présente l'inconvénient, après sa séparation de la résine et même après épurée, de conserver la saveur amère propre à cette résine, ce qui la fait absolument exclure des usages de la confiserie et de la pharmacie, mais elle reste utilisable dans une foule d'autres industries (*apprêts pour teinture des soies; collage des papiers, des cartons et des bois, à cause de sa ténacité excessive; gommage des draps, de la chapellerie*, etc.).

Quant à la résine qu'on sépare par lavage de la gomme, elle m'a présenté des propriétés chimiques qui la rapprochent des *Copals* et des *Dammars*, et, dès lors, j'ai été conduit à lui trouver une application tout indiquée à la fabrication des vernis, soit gras, soit à l'alcool. Sa valeur vénale pouvant être moins élevée que celle des *Copals* et des *Dammars*², le remplacement de ces dernières résines par la résine d'*Aracarias* aurait l'avantage de faire baisser, au profit du commerce français, le prix de ces vernis. J'ai pu, notamment, faire fabriquer avec cette résine des vernis pour voitures de luxe ou pour devantures de magasin, qui résistent bien aux ardeurs solaires sans craqueler³.

¹ Elle située entre l'Australie et la Nouvelle-Calédonie.

² Ces derniers valent, au minimum, 2 francs le kilo, tandis qu'on pourrait tirer les résines d'*Aracarias* en gros, à 1 franc le kilo environ.

³ On peut voir dans les collections du Musée colonial de



Fig. 1. — *Araucaria Brasiliensis* (dans une villa de la côte de Provence).

Voilà donc deux produits intéressant la grande industrie, qu'on peut retirer des *Araucarias*, mais surtout de ceux qui, comme l'*Araucaria Cooki*, donnent, dès l'âge adulte (huit à dix ans), une saignée abondante à la suite de quelques incisions pratiquées sur le tronc avec discrétion et intelligence, c'est-à-dire en n'intéressant que l'écorce et un peu de bois, et surtout en ayant soin de ne pas épuiser le végétal. Dans ces conditions, on peut obtenir, par deux fois durant la saison sèche, environ 8 kilos de gomme-résine par an et par arbre¹. Pendant les pluies, cette opération ne peut se pratiquer, on le comprend sans peine.

Mais ce n'est pas tout. Certains *Araucarias* donnent aussi des graines comestibles; on peut citer, parmi ceux-ci, *A. Bidwillii*, qui occupe à cet égard le premier rang, et *A. Brasiliensis*. Le premier, connu en Australie sous le nom indigène de *Bunya-Bunya*, sert d'aliment principal aux Papous, au milieu des forêts où ils se sont retirés pour fuir la civilisation anglaise. On peut dire que cette graine est capable de rivaliser, tant par ses dimensions que par l'excellence de son goût, avec nos châtaignes; comme ces dernières, elles peuvent être mangées soit rôties, soit bouillies. Le cône qui les porte atteint la grosseur de la tête d'un homme et chaque graine rappelle, par ses dimensions, un œuf de pigeon.

L'*Araucaria Bidwillii* donne beaucoup moins de produit de sécrétion, mais ce dernier est plus riche en gomme et naturellement moins riche en résine pour cent. Celle-ci est très parfumée et rappelle celle des *Icica*, qu'elle pourrait remplacer; l'arbre se fait remarquer surtout par l'excellence de ses graines.

« L'*Araucaria contracta* des Andes du Chili² y forme de vastes forêts sur les montagnes de Caramivida à Nequeubenta. La région qu'il occupe est entrecoupée de rochers et, çà et là, de marécages entretenus par les pluies et la fonte des neiges. Le mont Corcovado, situé en face de l'île Chiloe, est, dit-on, couvert d'*Araucarias* depuis sa base jusqu'à la ligne des neiges perpétuelles. Ce qui frappe, d'après Poppig, c'est que cet arbre majestueux, s'élevant depuis 15 à 20 mètres (les mâles) jusqu'à 60 mètres (femelles) de hauteur, est pour les indigènes des Andes du trente-septième au quarante-huitième degré de latitude australe, ce qu'est le dattier pour les populations du Sahara ou le cocotier pour les insulaires de l'Océan Pacifique équatorial. Ses graines forment, pour ainsi dire, la base de leur alimentation; ils en font une consommation d'autant plus grande qu'ils sont plus éloignés des établissements européens et qu'il est plus difficile de se procurer du blé. La quantité de graines produites par un seul arbre femelle dépasse tout ce qu'on pourrait imaginer; aussi n'exagère-t-on pas en affirmant que les Indiens de la région araucarienne sont tout à fait à l'abri de la famine. Un seul cône contient de deux à trois cents graines et il y a

fréquemment de vingt à trente cônes sur un seul rameau. Ces graines ont la forme de nos amandes d'Europe, mais avec un volume double. Les cônes tombent des arbres au mois de mars, c'est-à-dire à l'entrée de l'hiver; leurs écailles s'entrouvrent d'elles-mêmes et bientôt les graines jonchent le sol en immense quantité. Le commerce en apporte sur le marché de Valparaiso, et c'est de là qu'il nous en arrive quelques caisses en Europe, mais presque toujours les graines sont hors d'état de germer, soit parce qu'elles sont trop vieilles, soit, ce qui est le cas ordinaire, parce qu'elles ont été préalablement passées au four. » — Je ne sais quelle quantité de matière oléogomme-résineuse on peut retirer de ce végétal dans sa patrie, mais j'ai pu, sur des pieds de cette espèce végétant actuellement à Marseille (propriété Fournier à la *Hosière*), recueillir 200 grammes de ce produit à l'aisselle des rameaux où il s'était accumulé spontanément. Cette oléogomme-résine, d'une odeur très suave et un peu citrinée, a présenté une composition semblable à celle de toutes les autres espèces d'*Araucarias*. La proportion de gomme est de 30 à 35 %, celle de résine de 60 à 65 %. C'est un produit qui donnerait un bon succédané de la résine de copal et en abondance. La gomme est encore de l'*arabine*.

En cultivant l'*A. Cooki* d'une part, et le *Bidwillii* de l'autre (ce dernier réussit bien sur notre côte maritime de Provence, mais ne donne pas jusqu'ici de graines³), on aurait la facilité de pouvoir introduire dans notre industrie européenne deux produits de première nécessité, qu'on pourrait obtenir presque à volonté suivant les besoins de cette industrie. Du même coup, le commerce serait enrichi, sous l'influence de cette culture, par économie de temps et d'argent. Je crois donc qu'il y a lieu de recommander à l'attention des Directeurs de jardins coloniaux et aux futurs jardins coloniaux français, les espèces qui font l'objet de cet article.

E. Heckel,

Directeur de l'Institut Colonial de Marseille.

Retour du « Sénégal » et de l'« Orénoque ».

— Le 24 et le 30 avril sont arrivés à Marseille les paquebots des Messageries maritimes, le *Sénégal* et l'*Orénoque*, ramenant de Grèce, du Mont-Athos et de Constantinople les touristes de la III^e et de la IV^e croisière de la *Revue*.

Les deux voyages se sont accomplis de la façon la plus heureuse. Favorisés par un soleil splendide, les touristes ont successivement visité : *Delfes*, où M. Homolle, le savant directeur de l'Ecole française d'Athènes, avait eu l'amabilité de se porter au devant d'eux; *Olympie*, *Delos*, *Tyrinthe*, *Argos*, *Mycènes* et *Athènes*. En cette dernière ville les attendaient des fêtes superbes et une cérémonie imposante : la célébration du cinquantenaire de l'Ecole française.

Le *Mont-Athos* a été pour tous les touristes une véritable révélation et l'objet d'un enthousiasme indescriptible. Ensuite ont été explorées, sur la côte d'Asie, les ruines de *Troie*, puis *Houdmiah* et *Brousse*, dont le site enchanteur et la merveilleuse mosquée verte ont suscité au plus haut point l'admiration des voyageurs.

A Constantinople, *Samboul* et ses magnificences, *Galata*, *Péra*, *Soutari* et le *Bosphore*, les palais, les mosquées, les cimetières emplissent nos esprits de visions nouvelles, d'une intensité et d'un charme inexprimables.

Enfin, nos touristes ont reçu de M. Cambon, ambassadeur de France, de M. J. de la Boullinière, ministre de France, de M. le commandant Léon Berger, président et des membres de l'Union française de Constantinople un accueil inoubliable. C'est par des fêtes d'un éclat incomparable et d'une cordialité émouvante que se sont terminées à Constantinople nos deux croisières.

Au retour, les passagers de l'*Orénoque* ont pu s'arrêter quelques heures à Syracuse et faire aux environs de la

Marseille, de la gomme épurée, de la résine en gâteaux, des vernis gras et alcooliques et même de larges panneaux de voiture vernissés, le tout obtenu avec les produits de sécrétion de l'*Araucaria Cooki* (un colonnaire) de Nouvelle-Calédonie.

¹ Il existe cinquante à soixante mille pieds d'*A. Cooki* exploitables par la saignée en Nouvelle-Calédonie (Rapport de la Mission Jeannery, 1893), c'est-à-dire dans la grande île, à l'île des Pins et dans les îlots environnants, ce qui, à 8 kilos par pied, donnerait 480 tonnes de produit. Ce dernier, déboulé en résine et en gomme, donnerait environ 200 tonnes de gomme et 200 tonnes de résine, à 1 franc le kilo au moins = 400,000 francs. En supposant que les frais d'exploitation ou l'achat de la matière première aux indigènes, à 0 fr. 30 par kilo, absorbent, avec le fret, 0 fr. 07 par kilo et la manipulation industrielle autant que le fret, une dépense totale de 211,200 francs, il resterait annuellement 188,800 francs de bénéfices. C'est appréciable. Les Nouvelles-Hébrides, qui contiennent aussi beaucoup de ces végétaux, pourraient donner lieu à la même exploitation, mais je ne saurais en établir un devis, même approximatif, comme l'on le précédent.

² Ch. Naudin : *Flore des serres*, t. II, 1896, p. 62 et suiv.

³ Il existait, avant l'introduction que j'en ai faite dans la Nouvelle-Calédonie, un pied très ancien de cette espèce à la ferme d'*Yahoné*, qui donne des graines bien développées.

ville moderne de charmantes excursions aux ruines, encore grandioses, de ce qui fut la plus grande cité grecque de Sicile.

Ces deux croisières ont été dirigées, au point de vue scientifique, par deux savants que nous ne saurions trop remercier de leur généreux et très précieux concours : M. Ch. Diehl, professeur à l'Université de Nancy, et M. G. Radet, professeur à l'Université de Bordeaux, tous deux anciens élèves de l'Ecole française d'Athènes.

La Revue fera prochainement connaître les résultats des deux voyages qu'ils ont, l'un et l'autre, si habilement dirigés.

La prochaine croisière de la « Revue » en Norvège et au Cap Nord. — Nous rappelons à nos lecteurs que c'est le 15 juillet que partira de Dunckerque le navire *Lusitania*, qui portera en Norvège et au Cap Nord les touristes de notre V^e croisière.

La liste d'inscription sera close incessamment.

Une École d'agriculture coloniale à Tunis.

— La science agricole a pris, durant la seconde moitié de ce siècle, un essor considérable et elle a exercé sur le développement de l'Agriculture une influence prépondérante : toutes les nations semblent avoir reconnu l'inévitable besoin de perfectionner, par d'incessantes recherches, les procédés utilisés pour la mise en valeur du sol, et chacune s'occupe de faire pénétrer, par un enseignement approprié à ses besoins, les sages doctrines et les meilleurs préceptes dans l'esprit de ceux qui se destinent à l'Agriculture.

La France, donnant l'exemple, possède aujourd'hui un faisceau d'institutions agricoles, depuis l'Institut national Agronomique jusqu'aux Ecoles primaires d'Agriculture.

Si une telle organisation est utile dans la mère patrie, où l'agriculture a déjà cependant, pour se guider, de saines traditions agricoles et de nombreuses publications spéciales, il est bien autrement indispensable que ceux qui se destinent à la mise en valeur du sol colonial y soient préparés par un enseignement adapté aux exigences particulières de cette agriculture nouvelle. Le colon doit tout innover; il n'a pour le guider, pour lui indiquer la bonne voie, ni l'expérience des siècles, ni le concours de gens spéciaux, et, bien plus que le cultivateur français, il a besoin d'être initié aux conditions nouvelles en présence desquelles il doit se trouver.

Au moment où ceux qui se tournent vers les colonies deviennent de plus en plus nombreux, il était indispensable de créer une Ecole spéciale, dont l'enseignement fût adapté aux besoins de l'agriculture coloniale. C'est en Tunisie, qui, de toutes nos colonies, est en même temps la plus proche et la plus prospère, que vient d'être fondée la première Ecole d'Agriculture coloniale.

Cette Ecole est annexée à un immense Jardin d'essai, à une Ferme d'expériences, à une Huilerie modèle, à une Station météorologique, etc.; elle ouvrira ses cours dès la seconde quinzaine d'octobre et sera de suite en mesure de fournir un enseignement théorique et pratique aussi complet que celui des Ecoles nationales de la Métropole, mais spécialement adapté aux besoins de l'agriculture coloniale.

La durée des études sera de deux années, et les élèves sortis dans le premier tiers pourront continuer, pendant un an, soit dans les laboratoires de l'Ecole, soit dans une ferme, l'étude des questions spéciales.

Tout élève de l'Ecole pourra, en faisant une déclaration de séjour, demander à faire son service militaire en Tunisie. La durée du service est d'un an, à la condition que les jeunes gens soient installés dans la Régence six mois au moins avant leur tirage au sort et qu'ils s'engagent à résider pendant dix ans aux colonies.

Cette Ecole relève de la Direction de l'Agriculture et du Commerce de la Régence de Tunis. Des programmes sont envoyés gratuitement sur demande.

§ 1. — Congrès

Le troisième Congrès international de Chimie appliquée (Vienne 1898). — Le troisième Congrès international de Chimie appliquée se réunira à Vienne du 28 juillet au 2 août prochain.

Toutes les branches de la Chimie, ainsi que les industries qui s'y rattachent, y seront représentées : chimie des denrées alimentaires, chimie médicale et pharmaceutique, sucrerie, amidonnerie, glucoserie, brasserie et malterie, distillation et fabrication de la levure, chimie des vins, de la porcelaine, de l'argile, de la chaux et des ciments, industrie de l'éclairage, métallurgie, chimie des explosifs, industrie des matières colorantes, teinturerie, impression sur étoffes, chimie des matières grasses, fabrication du cuir et de la colle, industrie du papier et de la cellulose, chimie des industries graphiques, enfin électro-chimie parvenue récemment à un degré de développement considérable.

En dehors des travaux du Congrès, il sera organisé une série d'excursions, notamment : une visite à l'installation de la distribution d'eau potable amenée d'une source de montagne, une visite des usines à gaz en construction à Vienne, une visite à l'Exposition qui aura lieu cet été à Vienne, etc.

Un Comité, composé de délégués du Gouvernement autrichien ainsi que de représentants des différentes branches de l'industrie chimique, s'est formé à Vienne pour l'organisation du Congrès et la réception des membres. Un Comité français, organisé par l'Association des Chimistes de Sucrierie et de Distillerie, s'est également formé à Paris pour recueillir des adhésions en France.

Chaque membre du Congrès doit payer une cotisation de 25 francs qui lui permettra de suivre les séances générales et les séances de section, de prendre part aux excursions et de recevoir gratuitement toutes les publications du Congrès.

Les langues admises au Congrès sont : l'allemand, le français et l'anglais.

Pour tous les renseignements relatifs au Congrès, on peut s'adresser à l'Association des Chimistes de Sucrierie, 154, boulevard de Magenta, à Paris.

§ 3. — Enseignement

Les cours de dessin du Muséum. — La Direction du Muséum d'Histoire naturelle organise chaque année, au printemps, des cours de Dessin appliqué aux sciences naturelles. Ces cours ont commencé cette semaine; ils ont été confiés à M. Frémiet, membre de l'Institut, pour ce qui concerne l'étude des animaux, et à M^{me} Madeleine Lemaire, pour l'étude des plantes. Les premiers ont lieu les lundis, mercredis et vendredis à 4 heures; les seconds, les mardis, jeudis et samedis à 3 heures.

LES THÉORIES MODERNES DE L'ÉLECTROLYSE

PREMIÈRE PARTIE : CONSTITUTION ET CONDUCTIBILITÉ DES ÉLECTROLYTES

L'Électrolyse a été, en ces dernières années, l'objet d'un grand nombre de travaux tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique. Ces travaux ont enrichi la Physique et la Chimie de beaucoup de faits nouveaux et ont éclairé d'une vive lumière les problèmes les plus délicats de la mécanique des atomes. Ils ont doté l'analyse chimique de méthodes inappréciables pour la séparation et le dosage des éléments. En outre, ils ont enrichi la métallurgie de procédés d'une grande valeur pour la préparation et la séparation des métaux et ont amené la création de nouvelles industries chimiques. Ces applications pratiques, toutes récentes, se développent et se perfectionnent de jour en jour¹.

Malheureusement, en Electrochimie, les recherches purement scientifiques d'une part, et celles qui ont eu un but uniquement industriel d'autre part, ont été effectuées sans contrôles réciproques. Jusqu'ici, l'industriel a été livré presque exclusivement à ses propres recherches ; plus au courant des faits acquis par les savants, il eût évité bien des tâtonnements, qui lui ont coûté beaucoup de temps et beaucoup d'argent.

Aujourd'hui que les travaux scientifiques ont enrichi la science électrochimique d'un nombre considérable de faits nouveaux, il est temps de grouper tous ces faits, de mettre en évidence leurs relations mutuelles et leurs relations avec les points acquis par l'industrie ; il est temps, en un mot, de donner une *théorie* de l'Électrochimie, c'est-à-dire une interprétation plus ou moins hypothétique qui, non seulement puisse expliquer les faits acquis, mais encore permette d'en prévoir de nouveaux.

Van't Hoff avait déjà été frappé de l'analogie remarquable qui existe entre un gaz et un corps dissous. Un savant suédois, M. Arrhénius, remarqua que cette analogie ne s'appliquait pas aux solutions dites « électrolytes », c'est-à-dire aux solutions susceptibles d'être décomposées par le courant ; il eut alors l'idée ingénieuse de comparer les électrolytes aux gaz dissociés. Cette conception de M. Arrhénius, relative à la *constitution des électrolytes*, est la base de la théorie électrochimique que nous allons développer.

Nous n'examinerons pas si la théorie de M. Arrhénius est vraie ou fausse en elle-même.

Une seule chose nous importe ici : c'est de savoir si cette théorie est fructueuse au point de vue des faits qu'elle explique et qu'elle fait prévoir. Envisagée à ce point de vue, il est incontestable que la théorie de M. Arrhénius a permis d'expliquer et de prévoir un nombre considérable de faits, entre lesquels on n'avait su discerner auparavant aucune espèce de relations² ; aussi nous rangerons-nous du côté des partisans de cette théorie, au moins provisoirement, c'est-à-dire jusqu'à ce que quelque phénomène nouveau vienne se trouver en contradiction évidente avec elle, ou bien jusqu'à ce qu'une autre théorie nous paraisse plus féconde que la première.

Nous nous proposons, au cours de cet article, de donner, au moins dans ses grandes lignes, un exposé de l'état actuel de la théorie de l'électrolyse. Nous n'aurons en vue, dans cette étude, que les *phénomènes électrolytiques au sein des solutions aqueuses*, avec l'emploi de courants continus ; nous insisterons tout particulièrement sur l'électrolyse des sels métalliques.

Nous rappelons que l'électrolyse des sels fondus a été étudiée principalement par MM. Bouty et Lucien Poinecaré³ ainsi que par M. Fousereau⁴. Nous tenons à mentionner également le travail de M. R. Malagoli⁵ sur les phénomènes électrochimiques qui se produisent par l'emploi des courants alternatifs.

Les phénomènes que nous allons examiner sont tous des manifestations de l'énergie électrique, au sein des électrolytes ; cette énergie, comme les autres formes de l'énergie, peut être considérée comme un produit de deux facteurs : la *quantité d'électricité* et la *force électromotrice*.

La quantité d'électricité qui est en jeu dans une électrolyse doit être considérée dans ses rapports avec la *conductibilité des électrolytes*.

En conséquence, nous étudierons : dans le présent article, d'une part la constitution, d'autre part la conductibilité des électrolytes ; dans un deuxième et dernier article, la force électromotrice nécessaire au fonctionnement de l'électrolyse et le travail de l'électrolyse.

¹ Voir PH.-A. GUYE : Dissociation électrolytique ; article paru dans le *Dictionnaire de Wurtz*, 2^e suppl.

² *Ann. Chim. Phys.* (6), t. XVII, p. 52 ; t. XXI, p. 292.

³ *Ann. Chim. Phys.* (6), t. V, p. 241 et *Journal de Phys.*, 2^e série, t. IV ; p. 189 (1885).

⁴ *La Lumière électrique*, t. XLVII, p. 451 et 610 (1893).

⁵ Voir à ce sujet : H. FONTAINE : *Electrolyse*, 2^e édition (1892), et les *Traites d'Electrometallurgie* de PONTIÈRE (1891) et de BONCHENS, traduction française (1896).

I. — CONSTITUTION DES ÉLECTROLYTES.

§ 1. — Analogie entre les gaz et les solutions.

Avant d'étudier la théorie de l'électrolyse proprement dite, il est indispensable de connaître quelques-unes des lois qui régissent les corps qui sont en dissolution.

Un corps dissous a beaucoup d'analogie avec un gaz et ils obéissent l'un et l'autre, comme nous allons le voir, à un grand nombre de lois communes :

1° Tout d'abord, un gaz peut être considéré comme dissous dans le milieu *éther*, ce qui fait qu'entre une solution d'un corps quelconque et un gaz, il n'y a qu'une différence de milieu. Les molécules du corps dissous se meuvent au sein du dissolvant, comme les molécules d'un gaz se meuvent dans l'éther qui les environne¹. Van't Hoff² a montré tout le parti que l'on peut tirer de ce rapprochement ;

2° Un gaz exerce sur les parois du récipient qui l'enferme une certaine pression. Par analogie, un corps dissous doit exercer une certaine pression contre les parois du vase qui contient sa solution. Cette pression est appelée *pression osmotique*. De fait, dans les conditions ordinaires, cette pression est masquée par une pression de sens contraire, la pression qui maintient les molécules liquides en une masse, mobile il est vrai, et les empêche de se répandre dans l'espace environnant³. Si on arrivait à supprimer la pression du milieu dissolvant, les molécules dissoutes se répandraient dans un volume plus grand, comme le ferait un gaz, et il faudrait, pour ramener ce nouveau volume au volume primitif, exercer sur lui une pression précisément égale à la pression osmotique.

C'est ce que démontrent les expériences de Pfeffer⁴. Ce savant introduit une dissolution aqueuse d'un corps soluble, de sucre par exemple, dans un tube de verre fermé à la partie inférieure par une paroi dite « semi-perméable⁵ », c'est-à-dire perméable à l'eau, mais imperméable aux molécules du corps dissous, au sucre, dans l'exemple choisi. Il plonge le tout dans un vase contenant de l'eau pure, et amène les deux niveaux, intérieur et extérieur, sur le même plan. S'il est vrai que les molécules de sucre, contenues dans le tube, cherchent à se répandre librement dans un volume plus

grand, comme elles ne peuvent sortir de leur liquide, elles tendront à augmenter le volume de celui-ci ; comme, d'autre part, il n'est pas expansible, l'effort des molécules se traduira par l'appel d'une nouvelle quantité de dissolvant par la paroi inférieure. En conséquence, le liquide du tube s'élèvera, entraînant avec lui l'eau pure du vase extérieur. C'est précisément ce qu'a observé Pfeffer, et la pression mesurée par la hauteur de la colonne liquide dans le tube, au-dessus du niveau extérieur, représente exactement la pression osmotique des molécules de sucre dans leur dissolution ; c'est la pression qu'il aurait fallu appliquer au début de l'expérience, sur la surface libre de la solution de sucre, si l'on avait voulu l'empêcher de s'élever dans le tube ;

3° Les travaux de Pfeffer, de Van't Hoff et de Raoult ont permis d'identifier complètement la pression osmotique à la pression des gaz. Les molécules d'un corps dissous répandues dans un liquide, circulent, frappant les parois, comme dans un espace vide ou un gaz dans un autre gaz, ainsi que le prévoient les hypothèses cinétique et atomique.

Dans ce liquide, elles développent exactement la même pression en atmosphères qu'elles développeraient si on les gazéifiait dans le même espace¹. C'est ainsi que la pression osmotique des molécules de sucre, par exemple, est égale à celle qu'on obtiendrait en transformant en vapeur, à la même température et sous le même volume, la quantité de sucre contenue dans la solution considérée, en supposant, bien entendu, que cette vapeur suive les lois de Mariotte et de Gay-Lussac. De même que 32 grammes d'oxygène, 2 grammes d'hydrogène, 28 grammes d'azote, 35,5 grammes de gaz chlore, ou, d'une façon générale, une molécule-gramme d'un corps quelconque, occupant le volume d'un litre, exerce à 0° une pression de 22 atm. 35, de même aussi une molécule-gramme d'un corps soluble quelconque, par exemple, 35 gr. 5 de chlore, 342 grammes de sucre, exerceront, dans un litre de solution, une pression osmotique de 22 atm. 35 ;

4° Les relations qui ont été établies entre la pression osmotique d'une part et l'abaissement du point de congélation et l'élévation du point d'ébullition des solutions d'autre part, sont remarquables. On a, en effet, démontré que ces abaissements ou ces élévations sont directement proportionnels à la pression osmotique des solutions et, par suite, au nombre de molécules qu'elles contiennent².

§ 2. — Lois communes aux gaz et aux solutions.

Les lois des gaz de Mariotte, de Gay-Lussac, d'Avogadro sont applicables aux corps en dissolu-

¹ ROSENTHAL : C. R., t. LXX, p. 617.

² J. VAN'T HOFF : *Zeitschrift für Chem.*, t. I, p. 481 (1887) ; t. IX, p. 477 (1892).

³ PH.-A. GUYE : Dissociation électrolytique, article paru dans le *Dictionnaire de Würtz*, 2^e supplément.

⁴ PFEFFER : *Osmotische Untersuchungen*, Leipzig, 1877.

⁵ Pfeffer se servait d'une paroi poreuse imprégnée de ferrocyanure de cuivre ; d'autres substances jouent un rôle analogue.

¹ ETARD : *Les nouvelles théories chimiques*, p. 105 et 106.

² Voyez : PH.-A. GUYE : *Loc. cit.*

tion, pourvu que l'on remplace la pression du gaz par la pression osmotique. Ces nouvelles lois, appelées lois osmotiques, ont été formulées par Van't Hoff :

1^{re} LOI DE MARIOTTE. — *Pour une même masse de molécules dissoutes, la pression osmotique est proportionnelle à la concentration, ou inversement proportionnelle au volume.*

En désignant par Π la pression osmotique et V le volume, on a :

$$\Pi V = \text{constante.}$$

2^{de} LOI DE GAY-LUSSAC. — *Pour une même masse de molécules dissoutes, la pression osmotique croît proportionnellement à la température absolue.*

Si l'on désigne par T cette température absolue, il résulte des deux lois qui précèdent la relation :

$$\Pi V = RT$$

R étant une constante ayant la même valeur que la constante des gaz, soit 8,198 pour une molécule-gramme.

3^{de} LOI DE VAN'T HOFF. — *La pression osmotique est indépendante de la nature du dissolvant.*

4^{de} LOI D'AVOGADRO. — *La pression osmotique est la même quand le nombre des molécules-grammes dissoutes est le même dans un même espace, quelle que soit la matière¹.*

§ 3. — Dissociation des gaz et Dissociation des solutions.

Un certain nombre de corps, une fois réduits à l'état de vapeur ou de gaz, se décomposent, en partie ou en totalité; on dit qu'il y a *dissociation*. Dans ces conditions, une masse déterminée de ces gaz comporte un nombre d'éléments supérieur à celui qui est indiqué par le nombre de leurs molécules; il en résulte des pressions supérieures à celles qu'indiquent les lois des gaz.

Un grand nombre de solutions, notamment les solutions aqueuses des acides, des bases et des sels, offrent également des pressions osmotiques trop fortes, ainsi que des abaissements dans leurs points de congélation et des élévations dans leurs points d'ébullition. C'est ce qui a conduit M. Arrhénius à supposer que ces corps étaient, au moins en partie, décomposés en éléments au sein de leurs solutions, étaient *dissociés*.

Ces anomalies se rencontrent exclusivement dans les solutions qui conduisent l'électricité, et l'on sait que les solutions qui conduisent l'électricité sont toutes décomposables par le courant électrique; on les appelle des *électrolytes*.

Ainsi, les solutions constituant des *électrolytes* sont les seules solutions pour lesquelles l'applica-

cation des lois osmotiques de Van't Hoff indique un état de dissociation. La dissociation des éléments dissous, ne se rencontrant que chez les électrolytes, a été appelée *dissociation électrolytique*.

Dans tout électrolyte, la dissociation croît avec la dilution jusqu'à ce que cette dissociation soit arrivée à être complète.

Prenons, par exemple, une solution aqueuse de chlorure de sodium, pas trop diluée; elle contient des molécules de chlorure de sodium non dissociées, en même temps que du chlore et du sodium dissociés. Si nous étendons la solution, le nombre des éléments dissociés croîtra; et, avec une dilution suffisante, nous n'aurons plus que des éléments chlore et des éléments sodium en solution. A partir de ce moment, une nouvelle addition d'eau ne pourra plus provoquer de dissociation. La théorie de Van't Hoff s'applique parfaitement aux électrolytes, à la condition de faire dépendre la pression osmotique non pas du nombre de molécules dissoutes, mais du nombre total d'éléments dissociés et non dissociés. Dans une solution de chlorure de sodium, par exemple, suffisamment étendue pour que toutes les molécules NaCl soient dissociées, la pression osmotique est double de celle que l'on calculerait en supposant que les molécules NaCl ne sont pas dissociées. L'expérience confirme exactement tous ces points.

§ 4. — Nature des électrolytes.

Les électrolytes sont exclusivement constitués par des solutions de sels, de bases ou d'acides minéraux ou organiques.

Représentons par R le radical acide d'un sel quelconque, par M son radical métal (en étendant cette dénomination non seulement aux métaux, mais aux groupements tels que AzH^+ , PH^+ , AzH^+ et leurs produits de substitution).

Un sel peut être représenté par l'expression $R^m M^a$ (Ex : $\text{SO}_4^2. \text{K}^+$, sulfate de potasse; $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2. \text{K}$, acétate de potasse).

Un acide peut être représenté par $R^m \text{H}^a$ (Ex : $\text{SO}_4^2. \text{H}^+$, acide sulfurique; $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2. \text{H}$, acide acétique; $\text{C}_2\text{HClO}_2. \text{H}$, acide chloracétique).

Une base peut être représentée par $M^a (\text{OH})^a$ (Ex : $\text{K}(\text{OH})$ potasse).

Les sels que l'on peut rencontrer dans la pratique de l'électrolyse sont de trois sortes :

1^{re} Des sels simples, tels que le sulfate de cuivre, qui, sous l'influence du courant, cèdent un seul métal à la cathode, abstraction faite des réactions secondaires¹ ;

¹ Ces réactions, d'ordre purement chimique, sont postérieures à l'électrolyse proprement dite, qui, par opposition, est désignée quelquefois sous le nom de *réaction primaire*.

¹ ETARD : *Les nouvelles théories chimiques*, p. 103 et 106.

2° *Des sels doubles*, tels que le sulfate double de nickel et de zinc, qui cèdent à la cathode leurs deux métaux (toujours abstraction faite des réactions secondaires) ;

3° *Des sels complexes*, tels que les ferrocyanures $(\text{FeCy}^6)\text{M}^+$, qui contiennent plusieurs métaux dont un seul se rend à la cathode (M), tandis que l'autre (Fe) reste engagé dans un groupement complexe (FeCy^6) et va avec lui à l'anode. L'ion complexe se décompose, dans certains cas, à son tour, en métal, qui se rend à la cathode, et en reste acide, qui va à l'anode. Nous faisons abstraction des autres réactions secondaires.

§ 5. — Théorie d'Arrhénius.

Les considérations qui précèdent ont amené Arrhénius à formuler l'hypothèse suivante :

Les électrolytes sont déjà décomposés, avant le passage du courant, en éléments distincts ou *ions* ; cette décomposition peut n'être que partielle pour des solutions de concentration moyenne. De là résulte que, lorsqu'un électrolyte est décomposé par le courant, c'est parce que des molécules étaient préalablement séparées en leurs ions. Le courant ne fait que transporter les ions aux électrodes. Les ions qui se portent à l'électrode positive ou *anode*, sont appelés *anions* ; les ions qui se portent à l'électrode négative ou *cathode*, sont appelés *cathions*.

Le courant ne sépare pas les ions ; au contraire, s'il passe, c'est que ces ions étaient primitivement séparés¹.

Une solution de sulfate de cuivre (SO^4Cu) contient les ions SO^4 et Cu ; une solution d'azotate d'argent, contient les ions AzO^3 et Ag ; etc...

Les ions ont des charges de signe contraire aux électrodes vers lesquelles ils se dirigent. En vertu de ces charges, que nous évaluerons plus loin, ils tendent à se recombiner de nouveau². On peut ainsi concevoir, avec Arrhénius, que la séparation des ions absorbe une certaine quantité d'énergie. La dissolution d'un sel absorbant une certaine quantité de chaleur, on a admis que l'absorption d'énergie qui en résulte provoque la dissociation³.

Un électrolyte qui n'est traversé par aucun courant ne peut déceler aucune charge libre, malgré la charge de ses ions, parce que la somme de toutes les charges positives et négatives des diffé-

rents ions est égale à zéro. La présence d'ions libres en solution, tels que Na et Cl, par exemple, dans une solution de chlorure de sodium (NaCl), choque beaucoup ce qu'on pourrait appeler le *sens chimique*. Dans une solution de chlorure de sodium, en effet, on ne perçoit ni la propriété du sodium de décomposer l'eau, ni l'odeur du chlore. Cela tient à ce que les éléments à l'état d'ions ont leurs propriétés modifiées par la charge électrique qu'ils possèdent. Une fois que, sous l'influence du courant, les ions sont arrivés aux électrodes, ils se neutralisent, passent, comme on dit, à l'état de molécules et apparaissent aussitôt avec leurs propriétés ordinaires. Cela s'applique aux métaux comme aux gaz, aux anions comme aux cations. Ainsi, molécules et ions sont de natures différentes, ont des propriétés différentes, à cela près qu'ils peuvent se convertir l'un dans l'autre.

Parmi les ions qui perdent leur charge, il n'y a guère que les métaux qui peuvent subsister tels quels, et peuvent, par suite, être recueillis comme produits primaires aux électrodes ; les autres éléments sont généralement des produits instables, et les corps qui figurent aux électrodes sont le plus souvent des produits de transformation ou produits secondaires d'ions déchargés. Ainsi, quand on électrolyse du sulfate de zinc (SO^4Zn) , du bichlorure de cuivre (CuCl^2) , de l'acide chlorhydrique (HCl), on recueille SO^4H^2 , Cl^2 , H^2 , qui sont les produits de transformation de SO^4 , Cl, H⁺.

Dans les solutions aqueuses, les réactions chimiques sont des réactions d'ions. Considérons, par exemple, des solutions aqueuses d'acide chlorhydrique (HCl) et de chlorures d'une part, et de l'autre des solutions aqueuses d'acide chlorique (ClO^3H) , de chlorates (ClO^3M) et d'acide chloracétique $(\text{CH}^2\text{ClCO}^2\text{H})$; dans les premières, le chlore se trouve à l'état d'ion Cl ; dans les autres, il fait partie d'ions complexes ClO^3 et CH^2ClCO^2 .

Les réactions qui révèlent les chlorures, par exemple la précipitation du chlorure d'argent par le nitrate d'argent, sont les réactions caractéristiques des ions chlore. Quand le chlore n'est pas à l'état d'ion Cl, mais qu'il est engagé dans d'autres ions comme ClO^3 ou CH^2ClCO^2 , ces réactions ne se produisent plus : le nitrate d'argent, par exemple, ne donne plus de précipité de chlorure d'argent. On a affaire à de nouvelles réactions caractéristiques des ions ClO^3 et CH^2ClCO^2 .

De même, les combinaisons où le fer entre comme cation ferreux Fe^{II} (protochlorure de fer, sulfate ferreux, etc.), ou comme cation ferrique Fe^{III} (perchlorure de fer, sulfate ferrique, etc.), ou encore comme anion $(\text{FeCy}^6)^{IV}$ (comme dans le ferro-

¹ PH.-A. GUYE : *Loc. cit.*

² Ici, nous rencontrons une différence importante entre les propriétés des gaz et des solutions. On ne peut pas, comme on le fait pour des vapeurs dissociées, séparer les ions par des expériences de diffusion, car les ions chargés de grandes quantités d'électricité positive et négative tendent à se recombiner à nouveau (PH.-A. GUYE : *Loc. cit.*).

³ NEUMANN : *Theorie und Praxis der Analytischen Elektrolyse der Metalle*, p. 23.

⁴ NEUMANN : *Loc. cit.*, p. 23 et 24.

cyanure de potassium ($\text{FeCy}^6 \text{K}^4$), présentent autant de séries de réactions.

Les acides sont caractérisés par l'existence d'ions H libres; les bases le sont par l'existence d'ions (OH) libres.

D'après Arrhénius et son Ecole, ce sont les acides, les bases et les sels, que les chimistes ont coutume de considérer comme les plus stables, qui sont complètement ou presque complètement dissociés en ions; c'est même pour cela qu'ils sont des acides forts ou des sels stables. Les sels réputés peu stables, comme les chlorures de mercure, d'or, de platine, sont à peine dissociés en ions et conduisent peu; ils abandonnent avec la plus grande facilité leur état d'ion. Dans un acide, plus les ions H^+ sont nombreux, plus il est fort; de même, le nombre des ions (OH)⁻ dans une base fait la force de la base, sa puissance d'affinité pour les acides¹.

Les corps qui ne donnent pas d'ions en solution, comme les composés organiques autres que les acides, les bases et les sels, ne sont pas des électrolytes: ils ne conduisent pas le courant. Pour la même raison, les acides sulfurique et nitrique concentrés, l'acide chlorhydrique anhydre liquéfié, sont de mauvais conducteurs du courant. L'eau pure peut être considérée pratiquement comme ne contenant pas d'ions².

La formation des ions dépend autant de la substance dissoute que du dissolvant. Cette propriété du dissolvant de pouvoir provoquer la formation d'ions est appelée *pouvoir de dissociation*. Le benzol, le chloroforme et d'autres liquides organiques n'ont pas de pouvoir de dissociation; aussi les substances en dissolution dans ces liquides, quelles qu'elles soient, ne forment pas d'ions, et ces dissolutions ne conduisent pas le courant électrique.

On ne connaît pas de liquide qui ait un plus grand pouvoir de dissociation que l'eau; viennent ensuite, par ordre de pouvoir de dissociation, l'alcool méthylique et l'alcool éthylique³. Cette propriété spéciale de l'eau rend son usage à peu près général en électrolyse⁴.

II. — CONDUCTIBILITÉ DES ÉLECTROLYTES.

D'après la théorie d'Arrhénius, les seules solutions qui conduisent le courant sont celles qui contiennent des ions. Comme, d'autre part, le dis-

solvant seul ne conduit pas le courant, il en résulte que, dans un électrolyte, *les ions seuls sont les véhicules de l'électricité*. Quand un courant traverse l'électrolyte, les ions transportent l'électricité en abandonnant leurs charges aux électrodes; le courant transporte les anions à l'anode, les cathions à la cathode. Il en résulterait autour de chaque électrode une accumulation de charge électrique qui ferait obstacle au passage du courant, si elle n'était pas neutralisée, c'est-à-dire annulée à chaque instant par les charges électriques de signe contraire qui arrivent continuellement aux électrodes; les charges positives des cathions sont ainsi annulées à la cathode par des charges négatives et égales, et les charges négatives des anions sont annulées à l'anode par des charges positives et égales.

Dans l'électrolyte, le passage du courant est donc lié à un transport de matière.

La conductibilité électrique $c = \frac{1}{R}$ est donnée par la loi de Ohm, en fonction de l'intensité i et de la différence de potentiel e :

$$c = \frac{i}{e}.$$

La conductibilité est donc proportionnelle, pour une différence de potentiel constante¹, à l'intensité, c'est-à-dire, pour un électrolyte donné, à la quantité d'électricité amenée par les ions à chaque électrode, dans l'unité de temps; cette quantité est elle-même proportionnelle au nombre des ions, à la charge de ceux-ci, ainsi qu'à leur vitesse de translation.

D'après la théorie d'Arrhénius, la *conductibilité d'un électrolyte* est donc proportionnelle, pour une différence de potentiel constante:

- 1° Au nombre des ions, c'est-à-dire au nombre d'éléments dissociés dans la solution;
- 2° A la charge des ions;
- 3° A la vitesse de translation des ions.

§ 1. — Conductibilité et degré de dissociation des électrolytes. — Loi d'Ostwald.

Puisque la conductibilité d'une solution est proportionnelle au nombre d'ions contenus dans l'unité de volume de cette solution, il doit exister un rapport simple entre cette conductibilité et ce qu'on appelle le *degré de dissociation* de la solution.

Le degré de dissociation, c'est le rapport d de la masse m des molécules dissociées à la masse totale M des molécules, dissociées et non dissociées, dans un volume quelconque:

$$d = \frac{m}{M}.$$

¹ Nous ne occuperons pas, pour le moment, de l'influence

¹ ETARD: *Loc. cit.*, p. 33 et 34.

² En réalité, l'eau est très légèrement dissociée en ions H et OH. Il y a 1 gramme d'ions H et 17 grammes d'ions OH dans 1 million et demi de litres d'eau.

³ Depuis la rédaction de cet article, MM. Dutoit et Fridrich ont montré que certains électrolytes font exception à cette règle (*Bull. de la Soc. chimique de Paris*, t. XIX-XX, n° 8, 20 avril 1898).

⁴ W. LÖB: *Grundzüge der Elektrochemie*, p. 53.

On peut encore définir le degré de dissociation de la façon suivante :

Étant donné un nombre quelconque de molécules, le degré de dissociation est le rapport du nombre n d'éléments dissociés (ou ions) présents au nombre N d'éléments dissociés (ou ions) que ces molécules fourniraient si elles étaient totalement dissociées :

$$d = \frac{n}{N}.$$

Cette dissociation totale s'obtiendrait en diluant suffisamment l'électrolyte.

Remarquons que le degré de dissociation ne dépend pas du volume occupé par les molécules. Pour soustraire également la conductibilité à l'influence du volume, il nous faut considérer ce que l'on appelle la *conductibilité moléculaire*.

Si l'on mesure la conductibilité d'une solution au moyen de deux électrodes parallèles, distantes de 1 centimètre et de surfaces telles que le volume de liquide compris entre les deux électrodes contienne exactement une molécule-gramme, le nombre obtenu est ce qu'on appelle la *conductibilité moléculaire*¹. Nous la désignerons par la lettre μ affectée d'un indice indiquant le volume dans lequel la molécule-gramme est dissoute.

La conductibilité moléculaire est donc indépendante du volume. D'après la conception d'Arrhénius, elle est proportionnelle au nombre des ions contenus dans le même volume.

Lorsque toutes les molécules sont dissociées, la conductibilité moléculaire doit avoir atteint son maximum et un nouvel accroissement de la dilution ne doit plus avoir aucun effet sur elle. C'est ce qu'on a prouvé les nombreuses expériences de Kohlrausch².

On a donc, d'après la seconde définition que nous avons donnée pour le degré de dissociation :

$$d = \frac{n}{N} = \frac{\mu_v}{\mu_\infty},$$

μ_v étant la conductibilité moléculaire d'une solu-

tion de la différence de potentiel; cette question sera traitée dans la deuxième partie de ce travail.

¹ Pratiquement, ce résultat sera obtenu en multipliant la conductibilité spécifique γ par le volume v de liquide contenant une molécule-gramme en dissolution.

En effet, la conductibilité moléculaire μ , telle que nous l'avons définie, est $\mu = \gamma \times s$, s étant la surface des électrodes; or, le volume v compris entre les électrodes est égal à $s \times 1$, donc $s = v$ et $\mu = \gamma \times v$ (Pu-A GEVE : *Loc. cit.*).

Soit p le nombre de molécules-grammes, contenues dans l'unité de volume, le volume occupé par une molécule-gramme est $\frac{1}{p}$; on a donc pour la conductibilité moléculaire μ :

$$\mu = \frac{c}{p}.$$

tion pour laquelle une molécule-gramme occupe le volume v ; μ_∞ étant la conductibilité moléculaire de la même solution occupant un volume suffisamment grand pour que toutes les molécules soient dissociées, volume que nous pouvons supposer être infiniment grand, puisque la conductibilité moléculaire est indépendante du volume occupé par l'électrolyte.

La formule :

$$(1) \quad d = \frac{\mu_v}{\mu_\infty}$$

constitue la *loi d'Ostwald*, qui s'énonce ainsi :

Le degré de dissociation d'une solution est égal au rapport de la conductibilité moléculaire de cette solution, à la conductibilité moléculaire qu'aurait cette solution si on la diluait suffisamment pour dissocier toutes les molécules.

1^{re} corollaire de la loi d'Ostwald. — La loi d'Ostwald va nous permettre de calculer le facteur de correction à apporter aux lois de Van't Hoff dans le cas de la dissociation électrolytique. « Si on dissout N molécules dans un volume donné et si d est égal au rapport du nombre des molécules dissociées à celui des molécules primitivement dissoutes, le nombre total des molécules dissociées sera Nd , et celui des molécules non dissociées $N(1-d)$. Enfin, si chacune des Nd molécules dissociées est décomposée en n parties ou ions, la solution contiendra $N(1-d) + Nnd$ molécules ou ions, au lieu de N primitivement dissoutes. La pression osmotique, les retards de congélation ou d'ébullition que nous avons calculés dans l'hypothèse de N molécules dissoutes, doivent être multipliés, s'il y a réellement dissociation, par

$$\frac{N(1-d) + Nnd}{N} = 1 + (n-1)d = i,$$

et comme :

$$d = \frac{\mu_v}{\mu_\infty},$$

$$(2) \quad i = 1 + (n-1) \frac{\mu_v}{\mu_\infty}.$$

« On peut donc déterminer cette valeur de i soit par la conductibilité moléculaire, soit par le rapport de l'abaissement observé t_o à l'abaissement calculé t_c d'expériences cryoscopiques; de même aussi par des mesures ébullioscopiques, soit :

$$i = \frac{t_o}{t_c}, \quad i = \frac{e_o}{e_c}.$$

« Dans le cas d'un corps non dissocié, il est évident que l'on aurait $i = 1$; dans le cas où toutes les molécules seraient dissociées en 2 ions :

$$\frac{\mu_v}{\mu_\infty} = 1 \quad \text{et} \quad n = 2. \quad \text{d'où} \quad i = 2;$$

² Voir les tableaux de Kohlrausch in *Wied. Ann.*, p. 16 et 26 (1886).

enfin si toutes les molécules étaient dissociées en 3, 4, 5 ions, on trouverait :

$$i = 3, 4, 5^4.$$

De nombreuses expériences ont permis de vérifier l'exactitude de ces formules, sauf dans certains cas où intervenaient des réactions secondaires.

2^e corollaire de la loi d'Ostwald. — La relation établie par Ostwald (loi d'Ostwald) a conduit ce savant à appliquer à la dissociation électrolytique la loi de Guldberg et Waage sur l'influence des masses. Cette loi, appliquée à un gaz ou à une vapeur dissociée en deux éléments, s'énonce ainsi :

Le rapport du produit des masses de ces éléments à la masse de la partie non dissociée est égal à une constante, pour une même température ² :

$$\frac{m_1 m_2}{m} = c^{te}.$$

La loi de Guldberg et Waage s'applique aux solutions ³ d'éléments binaires (c'est-à-dire dissolubles en deux ions).

Soit un volume V de solution, contenant M molécules-grammes d'un élément binaire dont m molécules-grammes sont dissociées; on a, d'après la loi précédente :

$$\frac{\frac{1}{2} \frac{m}{V} \cdot \frac{1}{2} \frac{m}{V}}{\frac{M}{V} - \frac{m}{V}} = k = c^{te}.$$

$$\text{ou : } \frac{m^2}{4V(M-m)} = k;$$

d'autre part, on a $m = Md$, d étant le degré de dissociation; en substituant dans l'égalité précédente, il vient :

$$\frac{M}{V} \cdot \frac{d^2}{1-d} = k = K = c^{te},$$

mais $d = \frac{p_x}{p_x + p_y}$; donc, on peut écrire :

$$(3) \quad \frac{M}{V} \cdot \frac{p_x^2}{p_x + p_y} = K.$$

$\frac{M}{V}$ n'est pas autre chose que la concentration moléculaire.

On appelle K la constante de dissociation. Elle est déterminée par deux mesures, l'une relative à une

¹ PH.-A. GUYE : *Loc. cit.*

² Comme, d'autre part, les pressions des éléments dissociés sont proportionnelles au nombre de molécules contenues dans un volume déterminé, on a, en appelant p_1 et p_2 les pressions des éléments dissociés et p la pression du fluide non dissocié :

$$\frac{p_1 p_2}{p} = c^{te}, \text{ à une même température.}$$

³ Comme précédemment, on a donc pour les pressions osmotiques :

$$\frac{\pi_1 \pi_2}{\pi} = c^{te}, \text{ à une même température.}$$

concentration arbitraire, l'autre relative à une concentration suffisamment faible pour que toutes les molécules soient dissociées.

La constante de dissociation a une grande importance en chimie. Elle peut servir à caractériser un corps, à en représenter la propriété spécifique ¹.

§ 2. — Conductibilité des électrolytes et charge des ions.

Avant de connaître la grandeur de la quantité d'électricité qui adhère aux ions, autrement dit la charge des ions, il nous importe de rappeler les relations qui existent entre les masses d'ions libérés par le courant et la grandeur de la quantité d'électricité correspondant à ce courant; nous voulons parler des lois de Faraday.

1. Première et deuxième lois de Faraday. — Les masses des ions séparés par le courant sont proportionnelles à la quantité d'électricité amenée à la cuve électrolytique, ainsi qu'au quotient de leur poids moléculaire par leur valence. — F. Kohlrausch appelle ce quotient le poids de la molécule électrochimique.

Soient P la masse d'une substance, décomposée pendant le temps t , sous l'influence du courant i ; p_1 et p_2 les masses positives et négatives des ions provenant de la décomposition de la masse P; m_1 et m_2 leur poids moléculaire; v_1 et v_2 leur valence; k_1 et k_2 des constantes. On a :

$$p_1 = k_1 \frac{m_1}{v_1} \int_0^t i dt$$

$$p_2 = k_2 \frac{m_2}{v_2} \int_0^t i dt$$

$$P = p_1 + p_2.$$

2. Troisième loi de Faraday. — Les coefficients de proportionnalité k_1 et k_2 sont les mêmes pour tous les ions.

On a donc : $k_1 = k_2 = \dots = K = c^{te}$,

et la loi de Faraday s'exprime par la formule générale :

$$p = K \frac{m}{v} \int_0^t i dt$$

ou, en appelant Q la quantité d'électricité $\int_0^t i dt$:

$$(4) \quad p = K \frac{m}{v} Q,$$

Telle est l'expression générale des lois de Faraday.

Le facteur $K \frac{m}{v}$ s'appelle l'équivalent électrochimique de l'ion séparé. On voit, en faisant $Q = 1$ dans l'expression précédente, que l'équivalent électrochimique d'un ion est exprimé par le même

⁴ W. LÖB : *Loc. cit.*, p. 67, 68, 69.

nombre que la masse séparée par l'unité de quantité d'électricité (1 coulomb).

L'équivalent électrochimique de l'argent, par exemple, est donc égal à la masse d'argent déposé par 1 coulomb, soit $0^{\text{sr}},001118$.

Portons cette valeur dans l'égalité (4) et faisons $Q=1$, $m=108$ (poids moléculaire de l'argent), $v=1$ (valence de l'argent), on a :

$$0^{\text{sr}},001118 = K \frac{108}{1} \times 1,$$

d'où $K = 0^{\text{sr}},00010339$, nombre constant pour tous les ions. On aura donc l'équivalent électrochimique d'un ion quelconque en multipliant par $0^{\text{sr}},00010339$ le quotient de son poids moléculaire par sa valence.

La constante $K = 0^{\text{sr}},00010339$ n'est autre que le quotient de la masse d'un ion déposé sous l'influence de 1 coulomb, par le poids de la molécule électrochimique de cet ion.

1^{er} corollaire des lois de Faraday. — Séparons par électrolyse différents ions de façon à obtenir des dépôts dont les masses soient exprimées par le même nombre que le quotient $\frac{m}{v}$ de leur poids atomique par leur valence, soient 108 grammes d'argent, $\frac{63}{2}$ grammes de cuivre, $\frac{119,6}{3}$ grammes d'antimoine, etc.

L'égalité (4) donne :

$$\frac{m}{v} = K \frac{m}{v} Q,$$

d'où :

$$Q = \frac{1}{K} = \frac{1}{0,00010339} = 96.537 \text{ coulombs.}$$

Ainsi 96.537 coulombs libèrent les molécules électrolytiques des différents ions.

On le vérifie aisément en introduisant, dans le même circuit et en série des solutions de nitrate d'argent ($\text{AzO}^3.\text{Ag}$), de sulfate de cuivre ($\text{SO}^4.\text{Cu}$) et de chlorure d'antimoine (SbCl^3), par exemple, et en électrolysant ces bains⁴ pendant un temps suffisant pour que la quantité d'électricité qui a traversé le circuit soit égale à 96.537 coulombs. On constate alors qu'on a séparé 108 grammes d'argent, $\frac{63}{2}$ grammes de cuivre, $\frac{119,6}{3}$ grammes d'antimoine et respectivement 1 molécule-gramme de l'ion AzO^3 , $\frac{1}{2}$ molécule-gramme de l'ion SO^4 , 1 molécule-gramme de l'ion Cl .

Ce corollaire s'applique également aux sels d'un métal qui peut présenter plusieurs valences, aux sels de cuivre et de mercure par exemple.

C'est ainsi que si on introduit dans le même circuit électrolytique des solutions de chlorure cuivreux (Cu^2Cl^2) et de chlorure cuivrique (CuCl^2), 96.537 coulombs sépareront 63 grammes de cuivre

pour le premier sel, $\frac{63}{2}$ grammes de cuivre pour le second, et 35,5 grammes de chlore pour l'un et l'autre de ces sels. De même, la même quantité d'électricité qui libère 200 grammes de mercure dans un sel mercurieux, n'en libère que 100 grammes dans un sel mercurique.

2^e corollaire des lois de Faraday. — Du corollaire précédent, il est facile de déduire le suivant dont l'énoncé est dû à Helmholtz :

La même quantité d'électricité libère le même nombre de valences dans les électrolytes ou bien les engage dans d'autres combinaisons.

Réciproquement : le même nombre de valences, séparées des électrodes, par dissolution, dégagent une même quantité d'électricité (c'est le cas d'une pile).

En particulier, on obtient toujours 96.537 coulombs quand un élément de pile consomme une valence. Il faut 200 grammes de mercure pour obtenir 96.537 coulombs, quand on forme le nitrate mercurieux ; cette même quantité d'électricité prend naissance quand on dissout 100 grammes de mercure dans le cyanure de potassium de façon à obtenir le cyanure mercurique.

3. Charge des ions. — Nous venons de voir que la même quantité d'électricité positive ou négative, libère le même nombre de valences dans les électrolytes. D'après la théorie d'Arrhénius, cette quantité d'électricité (positive ou négative) n'a d'autre effet que celui de neutraliser la quantité d'électricité adhérente aux ions et de permettre ainsi à ceux-ci de se séparer aux électrodes à l'état de molécules : ces deux quantités d'électricité sont donc égales et de signes contraires. C'est ainsi qu'un anion est neutralisé à l'anode par une quantité d'électricité égale à celle qu'il possède, mais négative ; de même, un cation est neutralisé à la cathode par une quantité d'électricité égale à celle qu'il possède, mais positive.

En conséquence, il résulte de ce que 96.537 coulombs libèrent une molécule électrolytique, que toute molécule électrolytique a une charge de 96.537 coulombs.

En particulier, tous les ions de même valence ont la même charge ; chacun de ces ions apporte cette charge à l'électrode à laquelle il vient aboutir ;

⁴ Les électrodes peuvent être indifféremment en métal inattaquable ou composé du même métal que le métal à déposer. Le seul facteur qui sera modifié de ce chef sera la force électromotrice, qui n'a aucune relation avec les lois de Faraday.

là il se décharge et passe à l'état moléculaire.

Ainsi, les ions de même valence servent de véhicules à la même quantité d'électricité et sont déplacés par la même quantité d'électricité.

L'ancienne loi de Faraday, traduite dans le langage de l'électrochimie moderne, ne perd rien de sa valeur primitive. Nous en donnons la traduction d'Ostwald :

Tout mouvement d'électricité dans les électrolytes n'a lieu qu'avec mouvement simultané des ions et de façon qu'avec des quantités égales d'électricité se meuvent des quantités chimiquement équivalentes des différents ions.

Par conséquent, comme le dit ensuite Ostwald :
Des quantités équivalentes de différents ions ont une même capacité d'énergie électrique.

§ 3. — Conductibilité des électrolytes et vitesses des ions.

1. *Théorie de Hittorf.* — Hittorf¹, dans son étude sur les variations de concentration de l'électrolyte autour des électrodes, a formulé sa théorie sur les vitesses de transport des ions. Nous allons exposer brièvement cette théorie.

Lorsqu'on électrolyse une dissolution de sulfate de potasse, on trouve qu'après une durée quelconque de l'électrolyse la liqueur s'est également appauvrie aux deux électrodes. Si on a divisé la cuve contenant l'électrolyse en deux moitiés égales, par une membrane appropriée, qui empêche tout mélange entre le liquide qui entoure l'anode et celui qui entoure la cathode, et si on a fait passer le courant jusqu'à ce qu'un équivalent de sulfate de potasse ait été électrolysé, on constate, par l'analyse, qu'il manque un équivalent de sulfate de potasse à l'anode ainsi qu'à la cathode. On trouve à la place un équivalent d'acide sulfurique autour de l'anode et un équivalent de potasse autour de la cathode. Voilà ce qu'on appelle une *électrolyse normale*, c'est-à-dire une électrolyse pendant laquelle la concentration de l'électrolyte autour de la cathode reste la même que la concentration de l'électrolyte autour de l'anode.

Pour un grand nombre de sels, la concentration de l'électrolyte devient différente à la cathode et à l'anode, aussitôt après le passage du courant. L'électrolyse est dite *anormale*. Ainsi, lorsqu'on électrolyse une solution de sulfate de cuivre, on trouve que la liqueur s'appauvrit en sulfate de cuivre, surtout au pôle négatif; et, quand un équivalent a été décomposé, on constate que la perte de concentration est de 0,66 à la cathode et de 0,33 à l'anode, le poids de l'équivalent du sel

considéré (du sulfate de cuivre, dans le présent exemple) étant pris pour unité. Pour le nitrate d'argent, la perte de concentration est de 0,326 à la cathode et de 0,474 à l'anode. D'une façon générale, nous désignerons par n la fraction d'équivalent perdue à la cathode, et par $1 - n$ celle qui est perdue à l'anode; on trouvera la valeur de ces nombres pour quelques sels dans le tableau I.

Les nombres n et $1 - n$ ont été désignés par Hittorf sous le nom de *facteurs de transport* (Ueberführungszahl); d'après lui, ces nombres représentent, à un facteur constant près, les vitesses de transport des anions et des cations. Voici comment on peut, en effet, interpréter le phénomène des pertes de concentration de l'électrolyte autour des électrodes :

Considérons la solution d'un sel quelconque, du sulfate de cuivre, par exemple. On a pour ce sel $n = 0,66$; $1 - n = 0,33$; c'est-à-dire que la perte de concentration est deux fois plus grande autour de la cathode qu'autour de l'anode. Représentons les anions SO_4^{2-} par des cercles, les cations Cu par des carrés. Avant le passage du courant, la concentration est la même autour de chaque électrode (fig. 1; le trait vertical de la figure indique la séparation de l'électrolyte en deux moitiés égales). Faisons passer le courant pendant un temps quelconque; nous savons qu'après le passage du courant la perte de concentration du côté de la cathode

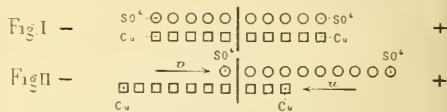


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1. — État des ions dans un électrolyte au repos.

Fig. 2. — Position des ions après le passage du courant.

est deux fois plus forte que du côté de l'anode; cela se traduit par un déplacement vers l'anode de deux fois plus d'anions SO_4^{2-} qu'il n'y a eu de cations Cu déplacés vers la cathode, pendant le même temps (voir fig. 2). Les longueurs u et v (fig. 2), qui mesurent les pertes de concentration, représentent ainsi les chemins parcourus par les cations et par les anions pendant le même temps, c'est-à-dire que u et v représentent les vitesses relatives de ces ions¹.

Si nous désignons par u et v les vitesses respectives des cations et des anions, on a la relation :

$$(5) \quad \frac{n}{1-n} = \frac{u}{v}.$$

¹ HITTORF : *Poggend. Ann.*, t. LXXXIX, p. 177; t. XCIII, p. 1; t. CIV, p. 1; t. CVI, p. 337 et 513.

¹ NEUMANN : *Loc. cit.*, p. 18 et 19.

D'après Hittdorf, ce rapport est indépendant de l'intensité du courant; par contre, les valeurs absolues des vitesses de transport des ions sont directement proportionnelles à cette intensité. Ces vitesses absolues varient généralement avec la température (voir tableau I) ainsi qu'avec la concen-

Tableau I. — Valeurs de n à différentes températures¹.

ÉLECTROLYTES	TEM- PÉRATURE	n	TEM- PÉRATURE	n
NaCl	20°	0,608	95°	0,551
KCl	20°	0,496	74°	0,509
CaCl ²	20°	0,602	95°	0,549
BaCl ²	20°	0,580	80°	0,572
CdCl ²	20°	0,570	90°	0,570
CuSO ⁴	15°	0,638	75°	0,622
AgAzO ³	10°	0,530	90°	0,510

Tableau II. — Valeurs de n à différentes concentrations de l'électrolyte².

ÉLEC- TROLYTES	NOMBRES D'ÉQUIVALENTS DISSOUS DANS 1 LITRE D'EAU					
	0,05	0,1	0,2	0,3	1	5
KCl	0,509	0,507	0,512	0,512	»	»
NaCl	0,62	0,63	0,63	»	0,65	»
2/6 Fe ² Cl ⁶	»	»	»	»	0,60	0,746
1/2 CdCl ²	0,708	0,725	»	»	»	0,873
1/2 ZnCl ²	0,70	»	»	»	»	1,08
AgCAz	»	»	»	0,47	»	0,457
AgAzO ³	0,526	0,526	»	0,525	0,50	»
1/2 ZnSO ⁴	0,64	»	»	»	»	0,78
1/2 CuSO ⁴	»	0,64	0,65	0,65	0,70	»
HCl	»	0,21	0,17	0,16	»	»
1/2 H ² SO ⁴	»	0,21	0,21	»	0,17	»

tration de l'électrolyte (voir tableau II). En outre, ces vitesses diminuent toujours par l'adjonction d'un corps conducteur dans la dissolution de l'électrolyte³.

Dans ces tableaux, les différentes valeurs de n représentent les pertes de concentration aux cathodes, ou, d'après Hittdorf, les vitesses relatives des différents anions. Les pertes de concentration aux anodes, ou les vitesses relatives des différents cations sont représentées par $1 - n$.

2. *Loi de Kohlrausch.* — Kohlrausch⁴ a établi un rapport simple entre les facteurs de transport et les conductibilités moléculaires.

Considérons un électrolyte situé entre deux électrodes distantes de 1 centimètre, de surface telle que le volume de l'électrolyte compris entre les deux électrodes contienne exactement une molécule-gramme; la conductibilité de cette solution est, par définition, sa conductibilité moléculaire (μ). Soient u la vitesse de transport des cations et v celle des anions, représentés l'un et l'autre par le nombre de molécules électrolytiques qui traversent, pendant une seconde, un plan quelconque parallèle aux électrodes et situé entre elles; l'intensité du courant, qui est exprimée par le nombre de coulombs qui traversent ce plan pendant une seconde, est égale à :

$$i = (u + v) 96.537.$$

Soit Δ la force électromotrice exclusivement employée au transport des ions et ne se rapportant, par suite, qu'au travail calorifique résultant de ce transport, on a :

$$\Delta = ir = i \times \frac{1}{\mu} = 96.537 (u + v) \times \frac{1}{\mu},$$

d'où :

$$(6) \quad \mu = 96.537 \times \frac{1}{\Delta} (u + v).$$

Ainsi, la conductibilité moléculaire se compose de deux valeurs additives se rapportant l'une à l'anion, l'autre au cation.

Pour les solutions très étendues, la conductibilité moléculaire est égale à la somme des conductibilités moléculaires de ces ions.

Corollaire de la loi de Kohlrausch¹. — De la relation $\frac{n}{1-n} = \frac{u}{v}$, relation résultant, comme nous l'avons dit, de la théorie de Hittdorf, on déduit :

$$n = \frac{v}{u+v} \quad \text{et} \quad 1-n = \frac{u}{u+v},$$

d'où :

$$v = n (u + v),$$

ou, en remplaçant $u + v$ par sa valeur déduite de l'expression de Kohlrausch :

$$(7) \quad v = \frac{1}{96.537} \Delta \times n\mu;$$

de même :

$$(8) \quad u = \frac{1}{96.537} \Delta (1 - n)\mu.$$

Soient μ_{∞} , v_{∞} et n_{∞} les valeurs limites des vitesses de transport des ions pour des solutions très diluées, on a :

$$(7 \text{ bis}) \quad v_{\infty} = \frac{1}{96.537} \Delta \times n_{\infty} \mu_{\infty},$$

$$(8 \text{ bis}) \quad u_{\infty} = \frac{1}{96.537} \Delta \times (1 - n_{\infty}) \mu_{\infty}.$$

Ces deux expressions permettent de calculer la

¹ Extrait du tableau dressé par BEIN: *Wied. Ann.*, t. XLVI, p. 29 (1892).

² Extrait du tableau dressé par F. KOHLRAUSCH: *Wied. Ann.*, t. L. p. 385 (1893).

³ Voir à ce sujet la thèse de M. A. CHASSY: « Sur un nouveau transport électrique des sels dissous » (1890).

⁴ F. KOHLRAUSCH: *Pogg. Ann.*, t. CLIX, p. 272 (1876); *Wied. Ann.*, t. VI p. 160, (1879); t. XXVI p. 161, (1885). — VOGEL: *Theorie elektrolytischer Vorgänge*, p. 80, 81.

¹ VOGEL: *Loc. cit.*, p. 81, 82.

conductibilité moléculaire μ_{∞} , connaissant n_{∞} , u_{∞} , v_{∞} . Ce calcul sera plus exact qu'une mesure directe de μ_{∞} ; dans ce cas, en effet, les erreurs sont faciles à commettre; nous ne citerons que l'erreur qui résulte des impuretés de l'eau, impuretés dont la conductibilité moléculaire devient comparable, pour les grandes dilutions, à la conductibilité moléculaire du sel lui-même.

M. Bouty, qui a publié de longues et remarquables études sur la conductibilité moléculaire des électrolytes, a énoncé la loi suivante¹:

Les sels neutres ont tous la même conductibilité moléculaire limite.

Cette limite serait égale à 0,081 ohm-centimètre par molécule-gramme et par litre à la température de 0°.

Font exception à cette loi tous les sels qui présentent l'électrolyse anormale au point de vue du transport des ions.

Les lois de M. Bouty et de M. Kohlrausch ne sont pas d'accord, comme on le voit. Il peut paraître surprenant que l'expérience n'ait pas tranché la question en faveur de l'une ou l'autre de ces lois; mais il faut observer que les lois en question sont des lois limites, s'appliquant à des solutions très étendues; or, comme nous le faisons remarquer plus haut, plus la dilution augmente, plus les expériences deviennent difficiles et incertaines, car, pour les grandes dilutions, les traces de sels qui sont en solution sont de l'ordre de grandeur des impuretés de l'eau, si minimes que soient ces impuretés.

3. *Remarque.* — Les corps susceptibles de former plusieurs hydrates offrent des courbes de conductibilité moléculaire, en fonction de la dilution, très irrégulières. La courbe que nous représentons

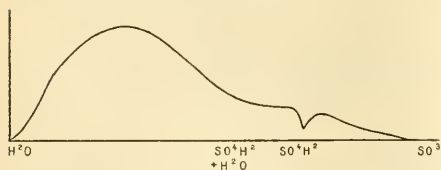


Fig. 3. — Conductibilité moléculaire de l'acide sulfurique en fonction de la dilution.

(fig. 3) se rapporte à l'acide sulfurique, et a été dressée par Kohlrausch².

Nous terminerons cette étude sur la conductibilité par deux applications de la théorie de Hittorf à la préparation des métaux par voie électrolytique.

§ 4. — Influence de la vitesse de transport des ions sur la nature et la qualité des dépôts métalliques.

Dans certaines électrolyses, le métal déposé ne présente pas le degré de compacité voulue; il est poreux, pulvérulent et spongieux. Ce manque de cohérence peut être dû à des causes diverses, entre autres aux valeurs des vitesses relatives de transport des différents cathions en présence. Cette interprétation, que nous allons développer, quelque hardie qu'elle puisse paraître pour le moment, nous semble cependant fructueuse au point de vue des faits à expliquer et à faire prévoir¹.

Le dégagement d'un gaz comme l'hydrogène à la cathode ou la précipitation à cette électrode de corps mauvais conducteurs du courant (comme l'arsenic par exemple), peuvent, lorsqu'ils accompagnent le dépôt du métal à électrolyser, être la cause du manque de cohérence de celui-ci. Pour avoir un dépôt métallique convenable, offrant le degré de compacité ainsi que de pureté voulu, il est nécessaire de se mettre dans les conditions où la vitesse de transport des ions du métal à déposer soit la plus grande possible par rapport à la vitesse des autres cathions en présence. Afin d'atteindre ce résultat, on modifiera l'un ou l'autre des facteurs qui agissent directement sur les vitesses de transport des ions, savoir : la densité du courant², la concentration de l'électrolyte, la quantité ou la nature des corps conducteurs à ajouter à l'électrolyte, la température de celui-ci, etc.

1. *Densité du courant.* — Nous avons vu précédemment que la vitesse des ions est proportionnelle à l'intensité, c'est-à-dire à la densité du courant; or, les coefficients de proportionnalité ne sont pas nécessairement les mêmes pour tous les ions, c'est-à-dire que pour un même accroissement de densité, les accroissements de vitesse peuvent être différents pour chaque espèce d'ions. On tâchera donc de trouver, toutes autres conditions égales d'ailleurs, une densité de courant telle que la vitesse des ions du métal à précipiter soit la plus grande possible par rapport à la vitesse des autres cathions en présence. Citons quelques exemples :

Le sulfate de zinc en solution légèrement acide donne, avec de faibles densités de courant, des dépôts spongieux, conséquence d'un abondant dégagement d'hydrogène à la cathode. Si l'on élève la densité, la proportion de zinc augmente par rapport à celle de l'hydrogène, et le dépôt devient cohérent.

¹ Quelques points de cette interprétation ont été empruntés à NEUMANN : *Loc. cit.*

² La densité du courant, c'est-à-dire le rapport de l'intensité du courant à la section qu'il traverse, est rapportée à l'une ou l'autre électrode; ici, nous supposons la surface des électrodes égale.

¹ Bouty : *Annales de Ch. et de Ph.*, 6^e série, t. III, p. 433 (1884); *Journal de Physique*, 2^e série, t. III, p. 323, et t. VI, p. 5.

² Nous l'empruntons à VOGEL : *Loc. cit.*, p. 83.

Le sulfate de cuivre acide (sulfurique) donne, entre deux électrodes insolubles et par l'emploi de faibles densités de courant, une quantité d'hydrogène minime par rapport à la quantité de cuivre précipité; les dépôts sont compacts. Avec de fortes densités de courant, au contraire, la grande proportion d'hydrogène qui accompagne le précipité de cuivre rend ce dernier pulvérulent, sans consistance.

2. *Concentration de l'électrolyte.* — La concentration du sel métallique à séparer, par rapport à celle des autres corps en présence (acides, sels, etc.), joue également un rôle important dans la manière dont se font les dépôts métalliques. Son influence s'exerce de deux façons différentes :

1° *Par la proportion de la masse d'ions-métal* que peut fournir le sel du métal principal, par rapport à la masse des cathions que peuvent fournir les autres sels présents. Nous venons de voir, en effet, que la précipitation du métal s'effectue dans des conditions d'autant plus satisfaisantes que sa masse arrive à la cathode en plus grande proportion par rapport à la masse des autres cathions; or, la proportion qui existe entre ces différentes masses d'ions arrivant à la cathode dépend, en partie du moins, de leurs concentrations dans l'électrolyte. C'est pour cette raison que l'on éprouve parfois une si grande difficulté à précipiter les dernières parties d'un métal sur la cathode dans l'électrolyse presque terminée d'un de ses sels, entre deux électrodes insolubles¹;

2° *Par la grandeur de la vitesse de transport des ions du métal* par rapport aux grandeurs des vitesses des autres cathions. Nous avons vu, en effet, d'après le tableau II (p. 367) que ces vitesses dépendent des concentrations.

Ces deux influences précédentes n'agissent malheureusement pas toujours dans le même sens, c'est-à-dire qu'une augmentation dans la proportion du sel métallique principal par rapport aux autres sels ne fait pas grandir nécessairement (voir tableau II, p. 367) le rapport de la vitesse des ions du métal principal aux vitesses des autres cathions.

Il y aura donc une valeur déterminée à choisir pour les concentrations des électrolytes. Cette valeur se trouve déterminée par la pratique.

Les dépôts électrolytiques de zinc se font pour le mieux avec d'assez fortes concentrations de sulfate de zinc et de très faibles quantités d'acide. Avec de faibles concentrations de sulfate de zinc, au contraire, les dépôts sont spongieux.

Dans l'électrolyse des sels de nickel, de cobalt et de cadmium, comme dans celle des sels de zinc, il

importe d'opérer avec de très faibles proportions d'acide; avec des proportions un peu fortes, les dépôts manquent de cohérence, et avec des proportions atteignant 3 à 5 % d'acide en volume, on ne peut plus précipiter de métal : on n'obtient plus qu'un abondant dégagement d'hydrogène à la cathode.

3. *Adjonction de corps conducteurs.* — Dans certains cas, il pourra être utile d'ajouter à l'électrolyte certains sels qui, en modifiant les vitesses des ions, favoriseront le dépôt de métal que l'on a en vue.

4. *Température.* — La température pourra favoriser également la précipitation du métal, en influant sur les vitesses des différents ions en présence.

En pratique, on tient compte de tous ces facteurs. Prenons comme exemple l'affinage électrolytique du cuivre, qui constitue jusqu'à présent une des applications les plus importantes de l'électrolyse en Électrometallurgie :

Le cuivre impur destiné à être affiné constitue l'anode d'un bain de sulfate de cuivre, dont la cathode est formée par une lame de cuivre, pur. Un affinage bien conduit doit précipiter sur la cathode du cuivre pur et laisser les impuretés de l'anode dans le bain; de plus, le précipité de cuivre doit être compact. On a reconnu que, pour réaliser ces conditions, il fallait donner aux facteurs dont nous avons parlé plus haut (densité de courant, concentration du sel, etc.) des valeurs déterminées.

Voici ces valeurs, d'après M. H. Fontaine¹ :

La *densité du courant* la plus favorable est, par mètres carrés de cathodes, de 30 à 35 ampères, suivant les impuretés de l'anode et la composition du bain.

Quant à la *concentration du sel et l'adjonction de corps conducteur*, il faut, pour obtenir de bons dépôts, avoir un bain contenant de 15 à 25 % en poids de sulfate de cuivre et 50 à 60 % en poids d'acide sulfurique, suivant les impuretés de l'anode et la densité du courant.

La *température* la meilleure est de 35 à 40°.

La vitesse de transport des ions n'est pas la seule cause qui influe sur la nature et la qualité des dépôts métalliques. L'oxydabilité du métal en présence de l'eau, sa conductibilité, des réactions secondaires et d'autres phénomènes physiques et chimiques influent sur la précipitation électrolytique du métal.

5. *Influence du mouvement du bain sur la nature et la qualité des dépôts métalliques.* — Dans la préparation des métaux par voie électrolytique, le bain est généralement soumis à une circulation aussi

¹ Dans l'analyse par voie électrolytique, par exemple.

¹ H. FONTAINE : *Électrolyse*, p. 214 et 215, 280, 284.

vive que possible. Depuis longtemps, en effet, les électro-métallurgistes ont reconnu que les dépôts métalliques ne peuvent être de bonne qualité si l'on ne met pas le bain en mouvement. Ce mouvement du bain est obtenu aujourd'hui par une circulation régulière du liquide.

Il a pour but, d'une part d'évacuer les gaz qui tendent à adhérer aux électrodes et qui nuisent à la précipitation des métaux tout en augmentant la résistance du bain, d'autre part de supprimer la différence de concentration du bain autour des anodes et autour des cathodes.

Dans l'affinage électrolytique du cuivre, le dégagement des gaz est moins à craindre que la différence de concentration autour des électrodes. Nous avons vu (p. 366) que le liquide s'appauvrit en sulfate de cuivre à la cathode, deux fois plus qu'à

l'anode; il en résulte des inégalités de densité. Le liquide plus pauvre s'élève dans le bain, et, par suite de ce changement dans la concentration de l'électrolyte, la précipitation simultanée, sur la cathode, du cuivre et d'une partie des impuretés de l'anode est ainsi rendue possible.

Dans l'affinage électrolytique du zinc la circulation élimine l'hydrogène au fur et à mesure qu'il se dégage, en même temps qu'elle égalise la concentration du bain.

Nous terminerons prochainement cette étude par l'examen du travail de l'électrolyse.

A. Hollard,

Ingénieur-chimiste,
Chef du Laboratoire central
de la Compagnie française des Métaux.

L'AMIBOISME DES CELLULES NERVEUSES

THÉORIES DE WIEDERSHEIM, RABL-RUCKHARD, TANZI ET S. RAMON Y CAJAL

L'hypothèse des mouvements amiboïdes qui se produisent, ou qui se produiraient, dans le corps et dans les prolongements protoplasmiques des neurones, aux différentes phases de leur activité, a été l'objet d'études déjà anciennes. Il est certain que, si ces mouvements existaient, on ne saurait surprendre, d'une manière plus directe, l'aspect, en quelque sorte objectif, des processus psychiques. R. Wiedersheim, en observant la structure du ganglion pharyngien du *Leptodora hyalina*, crustacé qui doit à sa transparence d'avoir été pour les naturalistes, tels que Weismann¹, un des plus beaux sujets d'étude, avait noté, quelques années déjà avant 1890, certaines modifications de formes soumises à un changement continu, ainsi que des groupements variables aux différentes heures du jour, de quelques « organes élémentaires du cerveau » de *Leptodora*, qu'il tint d'abord pour être des éléments de nature nerveuse. Voici, avec quelques détails relatifs aux expériences qu'il institua, les résultats du travail qu'il publia, en 1890, sur les *Phénomènes de mouvement observés dans le cerveau du Leptodora hyalina*².

1

Pour mettre le cerveau du *Leptodora* dans l'état relatif de repos nécessaire à l'étude des mouvements de ces organes élémentaires, — le jeu des

muscles oculaires étant extrêmement vif et puissant, — l'animal était plongé dans une légère narcose chloroformique, qui ne devait suspendre ni les mouvements péristaltiques de l'intestin, ni ceux du cœur. L'irrigation du cerveau et du ganglion optique continuait donc d'une façon normale, et tous les animaux qui ont servi à ces expériences se sont réveillés de la narcose et ont pu être conservés en vie. Si la durée de la narcose est trop prolongée, les mouvements organiques persistent bien encore une heure et plus, mais l'animal ne peut plus se réveiller: il meurt. Quant aux mouvements des organites de la *pars mobilis*, comme s'exprime Wiedersheim, du cerveau de *Leptodora*, ils ressemblent à ceux d'un « courant qui s'écoulerait avec lenteur ». Voici ce qui a trait aux changements de formes de ces éléments. Un élément cellulaire, d'abord rond, par exemple, s'allonge peu à peu, et, s'il était clair, peut devenir obscur quelques minutes plus tard; il émet un ou plusieurs prolongements. Après plusieurs modifications morphologiques, il peut prendre la forme d'un bâtonnet recourbé ou d'un croissant, voire d'un anneau fermé. De gros noyaux, entourés d'une masse vésiculaire, émergent subitement du fond, puis, à la place des noyaux, apparaissent des granulations très réfringentes, animées d'un mouvement lent, persistant quelquefois quelques minutes pour disparaître. Des vacuoles, de même, apparaissent et disparaissent, après s'être contractées, dans l'espace de douze ou quinze minutes ou davantage. Des courants de lymphe ont été si-

¹ WEISMANN : Ueber Bau und Lebenserscheinungen von *Leptodora hyalina*. *Zeitschr. für wiss. Zoologie*, t. XXIV, 1874.

² R. WIEDERSHEIM : Bewegungserscheinungen im Gehirn von *Leptodora hyalina*. *Anatom. Anzeiger*, p. 673, sq. 1890.

gnalés par Wiedersheim. Ce savant résume les résultats de ses observations en ces termes :

1^o Il existe, dans le cerveau de certains Crustacés, des phénomènes de mouvements localisés dans une zone tout à fait spéciale et distincte ;

2^o Une signification morphologique et physiologique très élevée appartient évidemment à cette zone, avec laquelle sont en rapport tous les systèmes de fibres du cerveau et du ganglion optique ;

3^o Il ressort de ces recherches que la substance nerveuse centrale n'est point fixe et immobilisée dans des formes immuables ; elle reste capable de mouvements actifs.

Mais, depuis cette époque (1890), la nature nerveuse de ces éléments mobiles du cerveau du *Leptodora hyalina* a été révoquée en doute, d'abord par Samassa⁴, puis par Wiedersheim lui-même.

Lorsque, au commencement de 1893, je me proposai de soumettre à un nouvel examen les observations de l'éminent anatomiste allemand, je lui fis part de mon intention et le priai de me faire connaître l'état actuel de ses travaux et de ses idées à ce sujet. M. Wiedersheim voulut bien me répondre, avec une bonne grâce parfaite, qu'il s'était promis à lui-même de recommencer ses expériences pendant les vacances d'été de cette même année, c'est-à-dire en août, septembre et octobre ; qu'il serait d'ailleurs très heureux de voir d'autres investigateurs unir leurs efforts aux siens, son droit de priorité demeurant bien établi, afin que, *viribus unitis*, on pût démontrer, s'il y avait lieu, l'existence et surtout déterminer la nature de ces « éléments mobiles », qu'il croyait avoir, le premier, découverts dans un cerveau. En tout cas, il tenait pour absolument nécessaire (*halte ich für sehr nothwendig*) d'instituer de nouvelles observations capables de déceler la nature, nerveuse ou non, des éléments mobiles du cerveau du *Leptodora hyalina*.

Les *Leptodora hyalina* des expériences de Wiedersheim provenaient du lac de Constance, où ces crustacés apparaissent en juin pour disparaître à la fin de novembre. Wiedersheim estimait qu'il en devait être de même dans les lacs de France, dans le lac du Bourget, par exemple, mais il ne pouvait rien affirmer à cet égard.

II

L'hypothèse de Rabl-Rückhard sur l'amiboïsme des cellules nerveuses du cerveau, pour l'explication mécanique des processus psychiques, ne repose point sur des observations directes. Opposé aux

idées, alors nouvelles, de Golgi et de Nansen, sur les fonctions trophiques des expansions protoplasmiques, Rabl-Rückhard admettait encore que ces prolongements naissent, par l'intermédiaire de nombreux ramuscules, à un réticulum de fibrilles nerveuses (*neurospodium*) ; ce réseau nerveux devait jouer un rôle extrêmement important dans tous les processus de l'activité nerveuse supérieure, c'est-à-dire « psychiques » ; là étaient et le siège et les voies de ces échanges entre les processus moléculaires qui sont comme le côté objectif des processus psychiques qui s'y élaborent. On devait admettre, par exemple, que les cellules pyramidales de l'écorce sont le substratum d'un certain nombre de représentations (*Vorstellungen*) et de souvenirs (*Erinnerungsbilder*) déterminés dont la somme constitue « la mémoire ». Il me semble, écrivait Rabl-Rückhard, que l'on comprend mieux comment ont lieu les rapports réciproques entre les cellules nerveuses si l'on admet que le fin réseau nerveux constituant le *neurospodium* est animé, pendant l'activité fonctionnelle du cerveau, d'un mouvement intense ; bref, si l'on imagine que « les prolongements protoplasmiques des cellules nerveuses, constituant ce réseau, sont soumis au jeu des changements amiboïdes⁵ ». Ainsi, durant le travail de la pensée, les fins ramuscules de ces prolongements resteraient étendus, comme des branches, et, pour un temps plus ou moins long, demeureraient rapprochés, pour s'écarter et se séparer de nouveau et s'orienter dans d'autres directions. On pourrait se représenter ainsi le mécanisme des processus de l'intelligence. La rupture ou l'écart de deux ramuscules de ce réseau correspondrait à ce qu'on appelle « perdre le fil de ses pensées » ; une association d'idées résulterait, au contraire, de la liaison de plusieurs cellules nerveuses par le canal des prolongements protoplasmiques de ces neurones, animés de vifs mouvements amiboïdes ; le ralentissement de l'activité psychique serait dû à une diminution correspondante dans les mouvements de ces expansions. Déjà Rabl-Rückhard étend cette interprétation tout hypothétique à nombre de processus psychiques normaux et pathologiques, tels que le sommeil et les rêves, l'hypnotisme, etc. ; ces phénomènes ne sont peut-être que des paralysies partielles des mouvements des prolongements protoplasmiques des cellules nerveuses. A la vérité, de pareils mouvements, on ne sait rien jusqu'ici, concluait Rabl-Rückhard ; ils sont possibles, voilà tout.

L'année suivante (1891), dans une recension d'un travail de Waldeyer, Hill formulait cette hypo-

⁴ SAMASSA : Ueber eigenthümliche Zellen im Gehirn von *Leptodora hyalina*. *Anatomischer Anzeiger*, VI Jahrg., p. 54-56, 1891. — Untersuchungen über das centrale Nervensystem der Cladoceren. *Arch. für mikroskop. Anat.* Bd XXXVIII, 1891.

⁵ RABL-RÜCKHARD : Sind die Ganglienzellen amöboid? Eine Hypothese zur Mechanik psychischer Vorgänge. *Neurol. Centralbl.*, p. 199 sq., 1890.

thèse : « Il est possible que les prolongements protoplasmiques des cellules nerveuses ne forment pas un reticulum permanent, mais possèdent une certaine mobilité, formant des connexions variables le long des lignes traversées par les excitations nerveuses¹. »

Contre l'hypothèse de Rabl-Rückhard, von Lenhossek, avant ou en même temps que Kölliker² et que S. Ramon y Cajal³, faisait valoir l'objection suivante, de nature histologique : dans la moelle épinière, les dendrites apparaissent déjà de bonne heure, il est vrai, et y acquièrent bientôt un certain développement. Déjà, au quatrième jour, on voit, chez le poulet, des cellules ramifiées, et, si l'on compare des coupes de moelle épinière de cet oiseau avec celles des embryons humains, on doit admettre que, chez l'homme, les dendrites existent déjà vers la troisième semaine environ. Mais il y a un grand nombre de cellules nerveuses dont les dendrites, nous le savons exactement, ne réalisent que beaucoup plus tard, et même après la naissance, une partie de leur développement : telles les cellules de Purkinje, les grains de l'écorce du cervelet, les cellules pyramidales. Il va de soi que ce lent et tout à fait typique développement des dendrites de l'écorce du cerveau et du cervelet est absolument opposé aux hypothèses de Rabl-Rückhard et de ceux qui supposent que les expansions protoplasmiques, ou dendrites des cellules nerveuses, ne sont point des formes anatomiques à morphologie fixe, mais sont constamment animés de mouvements amiboïdes⁴.

III

Une autre hypothèse des phénomènes et des lois de la vie mentale, fondée sur la conservation des propriétés de croissance et d'extension dans l'espace de la matière vivante des neurones, est due à Eug. Tanzi. Quoique dérivée tout entière de la théorie anatomique des neurones, cette hypothèse est physiologique, et partant psychologique, puisqu'elle a trait surtout aux fonctions de l'écorce cérébrale. Pour l'intelligence de cette théorie, on doit avoir présente à l'esprit la classification anatomique et physiologique des neurones de ce savant. Aux neurones dits de sensibilité et de motilité, Tanzi réunit ceux d'« associativité ».

mentale en Physiologie, fût restée étrangère à l'anatomie et à la physiologie du système nerveux, surtout depuis Th. Meynert. Mais qu'étaient les *fibres propres*, et tous ces faisceaux qui unissaient entre eux certains points de l'écorce, une circonvolution à une autre circonvolution d'un hémisphère ? De simples rapports topographiques, qu'on ne pouvait faire dériver d'organes spéciaux, autonomes, morphologiquement distincts, tels que seraient les neurones d'association. La classification des deux types de cellules nerveuses de sensibilité et de motilité, telle que Golgi l'avait constituée, a disparu de la science : la sensibilité est la seule et unique propriété spécifique, acquise par la division du travail physiologique, des neurones de toute catégorie ; ce n'est point la forme ou la morphologie du neurone, c'est sa situation, son orientation dans le névraxe qui en déterminent la fonction. Le *neurone sensitif* ou *sensoriel* est celui dont les expansions dendritiques, tournées vers la périphérie, recueillent les excitations du monde extérieur et les projettent vers les centres nerveux par le canal du cylindrax. Le *neurone moteur* est celui dont les expansions dendritiques, ramifiées dans les centres nerveux, propagent en sens inverse, toujours par l'intermédiaire du corps cellulaire et de ses prolongements axiles, le courant nerveux jusqu'aux muscles ou aux glandes. Si une fibre centripète, qui porte à la moelle épinière un courant nerveux sensitif, pouvait s'arboriser sur la plaque motrice d'un muscle, elle déterminerait tout aussi bien, au dire de Tanzi, une contraction, que la fibre radiculaires qui, des cornes antérieures, transmet au muscle le courant centrifuge. Bref, l'antagonisme physiologique entre fibres de sensibilité et de motilité, et entre leurs neurones respectifs, dépend, non de propriétés spéciales, mais des rapports que ces fibres soutiennent avec les organes périphériques.

La même interprétation vaut pour le *neurone d'association*. Les neurones à cylindrax court, ou cellules du deuxième type de Golgi, dont l'arborisation nerveuse plexiforme s'étend dans tous les sens, cellules nerveuses dénuées de tout rapport direct, soit avec les muscles, soit avec des organes périphériques des sens, confinées à toujours dans la région où elles sont nées, destinées à servir d'*intermédiaires* anatomiques, à relier physiologiquement les excitations nerveuses, souvent de sens contraire, qui traversent les centres nerveux : voilà les éléments que Tanzi, avec Cajal, Waldeyer, von Lenhossek, van Gehuchten, von Monakow, appelle des *organes d'association*. Intercalés entre les différents circuits des courants nerveux, ils dévient, retardent ou condensent, ajouterai-je, les courants nerveux qui les traversent : ce sont des *interrupteurs*, des *commutateurs*, des *retardateurs*, peut-

¹ *Brain* : I. XIV, 1891, p. 568.

² KÖLLIKER : Kritik der Hypothesen von Rabl-Rückhard und Duval über amoeboide Bewegungen der Neurodendren. *Sitzungsber. der Würzb. Phys.-med. Gesellsch.*, 9 mars 1895.

³ S. R. Y CAJAL : Algunas conjeturas sobre el mecanismo anatomico de la ideacion, asociacion y atencion. *Rev. de medicina y cirurg. pract.*, 1895.

⁴ MICHEL VON LENHOSSEK : Der feinere Bau des Nervengystems im Lichte neuester Forschungen. 2^e Aufl., 1893, p. 51.

être des *condensateurs*. Le développement de ces neurones est tardif au regard des autres. Les neurones à cylindraxe court, ceux de Golgi comme ceux de Cajal, se rencontrent en plus grand nombre là où se pressent les terminaisons des fibres de sensibilité et d'où partent les ondes nerveuses à direction centrifuge : les premiers, à arborisation plexiforme, dans les couches profondes de l'écorce cérébrale, les seconds, polyaxones, dans la couche moléculaire que traversent les longues fibres parallèles. Outre ces neurones courts d'association, il en existe sûrement de longs, tels que ceux des fibres calleuses, etc. Mais il en est de ces neurones comme des cellules nerveuses périphériques de sensibilité et de motilité : leur situation par rapport aux autres neurones fait toute leur fonction. Interposés entre un neurone sensitif à cellule distale et un neurone moteur à cellule proximale, ils sont *associatifs*, parce qu'ils reçoivent et transmettent l'onde nerveuse qui, de sensitive ou sensorielle, doit devenir motrice. Mais, en dépit des types morphologiques, la nature physiologique de la cellule nerveuse est une, car, comme l'a écrit Ranvier, si la cellule motrice réagit au stimulus qui lui est finalement transmis du monde extérieur, elle est, au fond, de nature sensitive.

L'épithélium périphérique, non le neurone et son prolongement nerveux, détermine la nature du mode de sensibilité que perçoivent les centres ; le muscle, non le nerf qui s'y distribue, non le neurone central dont provient ce nerf, détermine la nature de la fonction qu'il exerce. Le retard, la commutation, ou peut-être le renforcement qu'éprouve le courant nerveux centripète, en traversant des neurones interposés sur sa longue route, toutes circonstances bien faites pour propager l'onde nerveuse en diverses directions et provoquer des décharges motrices multipliées, caractérisent le *neurone d'association*. Si les organes qui participent aux trois moments de ce processus unique acquièrent, au cours de l'évolution phylogénique et ontogénique, certains caractères morphologiques et chimiques distincts, il n'y a rien dans cette différenciation possible de forme et de composition élémentaire, toujours simplement relative, qui puisse faire naître la moindre illusion sur l'unité fondamentale de la fonction des éléments du système nerveux.

Toute sensation actuelle, perçue ou non, laisse, on le sait, dans le système nerveux central, une trace permanente, un « résidu » de nature inconsciente ; la voie est désormais frayée qui permettra à la même sensation d'être toujours plus facilement perçue et, grâce à l'association, même sous l'influence d'un stimulus interne : c'est le phénomène de la *mémoire*. Si l'excitation a été suivie d'une réaction motrice, la sensation articulaire ou mus-

culaire associée sera d'autant mieux adaptée à l'acte que celui-ci sera plus souvent répété : c'est la loi de l'*exercice*. De longues séries d'images ou de souvenirs s'organisent ainsi en associations de plus en plus complexes, en systèmes de coordinations de plus en plus vastes et de mieux en mieux définis : c'est la loi de l'*association*. Les actes d'habitude, quelque compliqués qu'ils soient, doivent s'accomplir à la fin avec tous les caractères des réactions simples et automatiques, tels que les réflexes bulbaires. Parmi ces actes d'habitude devenus automatiques, Tanzi énumère la marche, la natation, la pratique d'un métier ou d'un art (jeu d'un instrument), les tours de jongleurs, l'écriture, l'expédition de certains actes professionnels, une ordonnance de médecin, une manœuvre de militaire, le rappel tacite d'une poésie, l'intelligence d'une langue étrangère, etc. Et tous ces actes coordonnés persistent, pour ainsi dire, toujours ; des débris en surnagent même dans la démence.

Or, c'est un postulat de la physiologie que, à tout changement, permanent ou momentané, des processus mentaux, doit correspondre un changement parallèle dans l'état des centres nerveux encéphaliques. Toute sensation actuelle, nouvelle, provoque un changement momentané ; toute mémoire organisée d'un acte, un changement stable et permanent. Chaque degré nouveau de coordination devant se différencier en quelque chose des autres, une modification également permanente du substratum anatomique devra y correspondre de toute nécessité. Pour concilier avec le caractère, en apparence au moins, invariable et fixe des conditions anatomiques du cerveau, la variabilité énorme, presque indéfinie, des aptitudes psychiques, qui évoluent toujours, on rapportait celles-ci à autant d'équilibres différents, soit de la structure moléculaire, soit de l'état chimique, peut-être sous forme isomérique, de la matière cérébrale. Mais, de se figurer le système nerveux « en proie à ce double changement » moléculaire et chimique, c'est, dit Tanzi, « se mettre l'imagination à la torture ». Dans l'état actuel de la Physique et de l'Histochimie, tous ces processus échappent d'ailleurs à l'observation.

Nous ne pouvons qu'imaginer d'une manière abstraite les corrélatifs purement mécaniques de la persistance de nos souvenirs, de la cohésion de nos associations, de la haute perfection de nos coordinations motrices. Considérons au contraire le système nerveux comme « un agrégat de neurones distincts, d'individus indépendants », et, avec Kölliker, Cajal, Waldeyer, Van Gehuchten, v. Lenhossek, Retzius, avec Golgi lui-même, admettons que l'onde nerveuse se propage par *contiguïté*, « en franchissant l'intervalle microscopique qui sépare un neurone d'un autre neurone : l'explica-

tion de tous ces faits apparaîtra relativement simple ». Les sciences biologiques démontrent qu'un courant nerveux, comme tout autre acte fonctionnel, provoque toujours, par son passage, une augmentation des phénomènes de nutrition : celle-ci devient plus active dans les neurones traversés par le courant, ainsi que dans le muscle qui travaille. Si, comme dans le muscle, la nutrition est accompagnée d'hypertrophie, et si l'augmentation de volume a lieu ici dans le sens de la longueur du neurone, « l'exercice de l'acte fonctionnel diminuera la distance qui sépare les neurones solidairement engagés dans cet acte et qui sont en contiguïté : si les répétitions de l'acte se succèdent en des temps suffisamment rapprochés, les causes d'accélération de la nutrition croîtront d'autant, et le système des neurones impliqués dans l'acte fonctionnel tendra toujours à former un tout plus cohérent, une sorte d'unité anatomique, dont les intervalles interneuroniques seront réduits à un minimum d'éloignement peut-être indispensable à l'exercice régulier de la fonction. Si l'on estime que la distance qui sépare l'arborisation terminale d'un neurone des expansions protoplasmiques du neurone suivant constitue une *résistance* » dont l'onde nerveuse ne saurait triompher sans *travail* (*travail qui est peut-être la condition de la conscience*), il suit que « la conductibilité du système nerveux doit être en raison inverse des intervalles interneuroniques ». L'exercice, en tendant à diminuer ces intervalles, doit donc augmenter la conductibilité des neurones, et, partant, leur capacité fonctionnelle.

Les divers états et degrés des mémoires et de l'association, acquis au cours de l'âge et par l'exercice, tous les changements stables et progressifs de nos fonctions psychiques et de nos centres nerveux, seraient ainsi réductibles à de simples *rapports d'intervalles interneuroniques*, ou de *longueur des neurones*. Que l'accroissement de ces organites élémentaires, provoqués par l'activité fonctionnelle, ait bien lieu dans le sens de la *longueur*, Tanzi croit pouvoir l'établir par les faits d'observation suivants : 1° A partir du moment où il sort du neuroblaste, le prolongement nerveux cylindraxile va graduellement en s'allongeant dans la direction *cellulifuge*; 2° chez l'embryon et le fœtus, les arborescences libres des prolongements des neurones sont, en réalité, plus libres et séparés par des intervalles plus espacés que plus tard ; 3° avec le temps seulement les collatérales sortent des prolongements nerveux et les dendrites apparaissent, condition de nouveaux contacts. Or, l'exercice physiologique, déterminant entre neurones distants à l'origine de plus étroites connexions, agirait dans le même sens que l'évolution naturelle :

il multiplierait et resserrerait les rapports existant entre les ramifications des neurones¹.

Telle est l'hypothèse de Tanzi. C'est, il nous semble, une des plus simples qu'on ait proposées des phénomènes de l'intelligence. Non seulement elle ne s'écarte pas de l'anatomie ; elle appelle et suscite l'idée de nouvelles recherches. Il serait, par exemple, très intéressant de vérifier si, sur des animaux de différents âges, les distances interneuroniques ne diminuent pas en effet avec le temps et l'exercice. Cette hypothèse montre comment des actes habituels, devenus en quelque sorte automatiques, finissent par être *inconscients* : en ces cas, l'intervalle séparant les neurones engagés dans la même activité fonctionnelle a été, semble-t-il, si réduit, que le courant nerveux n'a plus à triompher de cette résistance qui pourrait bien être, je le répète, la condition de l'activité *consciente*. Cette hypothèse explique enfin ces limites infranchissables, différentes pour chaque individu, que rencontrent, dans l'organisation, tôt ou tard, nos aptitudes psychiques. Il existe, pour chaque être, « un coefficient personnel de perfection qu'il ne saurait dépasser ». Cette limitation imposée au perfectionnement progressif des fonctions supérieures du système nerveux, on peut l'expliquer encore en admettant ou que les neurones intéressés dans ces fonctions sont soudés entre eux ou qu'ils ont déjà atteint, du fait de leur croissance, le minimum d'écart compatible avec leur activité physiologique. Et ce que Tanzi dit ici des individus d'une même espèce, on peut, croyons-nous, l'étendre aux divers embranchements, classes, ordres et familles de Vertébrés et d'Invertébrés.

IV

En supposant que, par l'effet de l'exercice, les expansions protoplasmiques et les branches collatérales préexistantes pouvaient prendre non seulement un plus grand développement, mais que de nouvelles formations de ce genre apparaîtraient, chez l'adulte, dans les régions les plus actives et les plus différenciées de l'écorce cérébrale, Ramon y Cajal a proposé à son tour une hypothèse qui est, à coup sûr, plus hardie que celle de Tanzi. Oebsteiner s'est déclaré contre elle avec une certaine force². Il nous faut néanmoins parler de quelques vues profondes du grand histologiste espagnol sur l'amiboïsme des cellules nerveuses, sur les causes de la migration des neurones et de l'orientation observée dans la direction de leur croissance. Le problème, posé par Hensen (1864-1876), subsiste

¹ ECC. TANZI : I fatti e le induzioni nell'odierna istologia del sistema nervoso. *Riv. sperimentale di fren. e di med. leg.*, t. XIX, p. 51 (1893).

² Die neueren Forschungen auf dem Gebiete der Histologie des Centralnervensystemes. *Wiener med. Presse*, 1895.

toujours. En vertu de quelles forces des fibres nerveuses, dans leur progression histogénique, se dirigent-elles sans faillir, au milieu de tant de carrefours, dans le droit et bon chemin qu'elles doivent suivre pour arriver à leur destination? On devrait se représenter, suivant Hensen, comme pourvue d'une sorte de conscience, l'extrémité de la fibrille nerveuse dans sa marche infaillible vers l'organe éloigné, épithélial ou mésodermique, auquel elle doit se rendre. Les difficultés ont paru si grandes à Hensen, qu'il avait renoncé à l'hypothèse de Kupffer, d'après laquelle toute fibre nerveuse n'est qu'un prolongement d'une cellule nerveuse.

Selon His, qui s'est fort occupé de cet important problème, les lacunes de la névroglie ou du myélopongiom détermineraient, dans les organes centraux, le trajet des fibres nerveuses : le prolongement nerveux ou cylindraxile du neuroblaste progresserait ainsi, soit dans la moelle, soit dans les tissus mésodermiques, dans la direction de la *moindre résistance*. Un nerf périphérique en croissance suivrait donc sa direction initiale aussi longtemps qu'il ne serait ni dévié, ni écarté de sa route par des vaisseaux sanguins, des cartilages, etc.; mais ces obstacles ne seraient que des accidents fortuits; autrement, les fibrilles nerveuses suivraient inévitablement de fausses routes. La disposition des tissus serait donc préordonnée en vue de la direction des fibres nerveuses en voie d'accroissement, et cela, en vertu sans doute de quelque *harmonie préétablie*¹. His junior ajoute une cause nouvelle à cet essai d'interprétation : les cellules nerveuses embryonnaires émigrent toujours vers les régions où les conditions de la *nutrition* sont les plus favorables. Mais, alors même que l'on pourrait comprendre comment, à ce stade de développement, où la lymphe baigne également tout le germe, il pourrait se former des foyers distincts de nutrition, cette hypothèse, von Lenhossek en a fait judicieusement la remarque, n'expliquerait que la cause indirecte, non la cause directe, du processus d'orientation initial de la cellule nerveuse et de son prolongement nerveux en voie de croissance. Certes, aussi bien dans ses processus de croissance histogénique que régénératrice, la fibre nerveuse périphérique puise directement des matériaux de nutrition dans les milieux qu'elle traverse : une certaine influence de la cellule d'origine sur son prolongement nerveux, sans doute sous forme de stimulation, paraît toutefois nécessaire pour que ces matériaux soient assimilés. La doctrine de la croissance interstitielle du prolongement nerveux trouve encore un appui dans le mode de déve-

loppement des grains du cervelet (Cajal, Lugaro).

V. Lenhossek se représente le cône d'accroissement de Cajal comme une masse de protoplasma qui, par une sorte de *mouvement amiboïde*, se fraye un passage à travers les tissus¹. Chez l'embryon, on rencontre surtout ces fibres en marche dans la commissure antérieure de la moelle, parce que le passage y est particulièrement difficile et que le prolongement nerveux y est forcé de faire halte pour quelque temps, ou de ralentir son mouvement de progression. Rappelons encore l'hypothèse de H. Strasser sur l'orientation du cylindraxe du neuroblaste vers les muscles et les organes périphériques des sens : sous l'influence d'un état électro-négatif du myotome, le pôle externe du neuroblaste s'électrifierait positivement et serait attiré vers le muscle. L'accroissement et la marche du cylindraxe vers les plaques musculaires résulteraient donc d'une attraction due à des processus électro-moteurs. Strasser a étendu cette théorie aux neurones périphériques sensitifs et moteurs ainsi qu'à ceux du sympathique. Mais une pareille hypothèse n'expliquerait tout au plus que l'accroissement du faisceau moteur dans la direction du myotome, non le fait des rapports constants de certaines fibres nerveuses avec certains éléments déterminés du muscle (v. Lenhossek).

L'hypothèse de Ramon y Cajal, quoique surtout de nature chimiotaxique, est aussi en partie mécanique. Elle s'appuie sur les phénomènes de chimiotropisme qu'ont fait connaître, après les travaux de Max Schultze, de Kühne, de Hofmeister, d'Engelmann, de James Clark, de Max Verworn, les observations et expériences de W. Pfeffer, Rosen, Massart et Bordet, Gabritschewsky, Melchnikoff². Si, dit Cajal, on admet dans le neuroblaste, comme on l'a constaté chez les leucocytes, l'existence d'une sensibilité chimiotaxique, on doit supposer que ces organites sont doués de *mouvements amiboïdes* et que, sous l'influence de certaines substances sécrétées par certaines cellules nerveuses, épithéliales ou mésodermiques, les mouvements des neuroblastes, et en particulier l'orientation de leur prolongement nerveux, doivent être commandés par la situation topographique des corpuscules sécréteurs³. Dans l'hypothèse des propriétés chimiotaxiques du protoplasma des neuroblastes et de leur prolongement déjà très différencié, on devrait considérer plusieurs cas pour

¹ *Der feinere Bau des Nervensystems*, p. 94.

² Cf. sur les réactions du protoplasma des organismes unicellulaires (orientation des *mouvements amiboïdes*, chimiotropisme, etc.) aux excitations de nature chimique, Jules Soury, *Psychologie physiologique des Protozoaires*. *Rev. philos.*, XXXI, 1891, 1^{er} sq.

³ SER. RAMON Y CAJAL : La réité des Vertébrés. *La Cellule* t. IX, p. 119 sq.

⁴ W. His : Die Entwicklung der ersten Nervenbahnen beim menschl. Embryo. *Arch. f. Anat. u. Phys.*, 1887, p. 376.

l'interprétation du mode de croissance et d'orientation de ces neurones.

I. *Déplacement des corps cellulaires.* La migration de ces unités nerveuses s'observe dans plusieurs cellules nerveuses embryonnaires de la moelle épinière, surtout dans les grains primordiaux du cervelet et dans les corps des cellules des ganglions spinaux. Dans ces cas, il faudrait admettre soit l'existence d'une *chimiotaxie positive*, orientant les mouvements des corps cellulaires vers les régions où ils se dirigent, soit celle d'une *chimiotaxie négative* qu'éprouveraient ces corpuscules pour certaines matières sécrétées au niveau des prolongements nerveux, et qui forceraient ces cellules à fuir et à s'éloigner de leur cylindraxe jusqu'à la rencontre de quelque obstacle mécanique qui les arrêterait. II. *Croissance des cylindraxes sensitifs ou moteurs dans la direction de certains corpuscules.* L'accroissement centrifuge des fibres nerveuses vers les corpuscules épithéliaux et les fibres musculaires est, dit Ramon y Cajal, très difficile à expliquer, même dans l'hypothèse de la chimiotaxie, à cause des distances, vraiment énormes, que les cylindraxes ont à franchir; ce n'est en quelque sorte qu'au terme du voyage, lorsque les fibres nerveuses atteignent le territoire des cellules à proximité desquelles elles doivent s'arboriser, que pourraient agir les substances sécrétées par les cellules épithéliales, glandulaires, musculaires, etc. III. *Orientation réciproque des cellules nerveuses associées.* Une chimiotaxie positive expliquerait la rencontre des éléments nerveux tendant à former des couples. Ainsi, les terminaisons centrales des cônes et des bâtonnets entrent en rapport de contiguité avec les panaches ascendants des cellules bipolaires de la rétine, les ramifications des cellules ganglionnaires de la rétine avec les prolongements descendants de quelques spongioblastes, etc. IV. *Croissance, en des directions différentes, des prolongements protoplasmiques et du cylindraxe d'une même cellule nerveuse.* L'orientation du prolongement nerveux descendant des cellules de Purkinje, lequel appairait le premier, pourrait être déterminée par la présence de certaines substances sécrétées dans les régions où se termine cette expansion et agissant sur la sensibilité *chimiotaxique positive* de ces fibrilles. Une fois parvenue à sa destination, cette tige axile demeure en repos, ce qui correspondrait à un état de *chimiotaxie indifférente*. Il n'en est pas de même du corps protoplasmique de la cellule : celle-ci est le siège d'une *chimiotaxie positive* qui semble orienter la production exubérante de ses vastes ramures protoplasmiques vers certaines substances qui seraient sécrétées au niveau des fibres parallèles de la couche moléculaire du cervelet. Les cellules épithéliales embryonnaires et

leurs membranes limitantes pourraient empêcher les *mouvements amiboïdes* de ces dendrites de pousser aveuglément jusqu'à la source chimiotropique, au lieu de suivre des directions plus en rapport avec la structure anatomique des parties.

Semblablement, dans le cerveau, les cellules épithéliales pourraient exercer une action mécanique du même genre sur la morphologie des cellules pyramidales : la disposition en fuseau des cellules de l'épendyme et l'orientation vers la pie-mère du prolongement périphérique de ces éléments, contribueraient, abstraction faite de la chimiotaxie, à l'orientation des tiges des pyramides vers la surface de l'écorce. Mais l'apparition des branches collatérales, tant nerveuses que protoplasmiques, ainsi que la direction des cylindraxes des cellules d'association et de commissuration, ne s'expliquerait pas, selon Ramon y Cajal, par la forme et par l'orientation des cellules épithéliales du cerveau. En tout cas, dit-il, c'est « un fait très significatif que les cellules épithéliales embryonnaires des centres : moelle épinière, corne d'Ammon, cervelet, cerveau, lobe optique, etc. aient toujours la même orientation que les cellules nerveuses primordiales ». En admettant, outre l'action mécanique de ces éléments, à ce stade de développement, l'existence, dans les neuroblastes, d'une sensibilité chimiotaxique, soit positive, soit négative, à l'égard de certains éléments, « on peut se rendre compte, dans une certaine mesure, du phénomène énigmatique de la morphologie de quelques catégories de cellules nerveuses et du fait, non moins obscur, des rapports de contiguité qui s'établissent entre des éléments situés à de grandes distances ».

Cette hypothèse implique donc, en dernière analyse, l'existence des conditions suivantes, de nature chimique et mécanique : 1° le mode de distribution primitif des cellules épithéliales et conjonctives destinées à servir, en quelque sorte, de barrières ou de limitantes à l'accroissement, en certaines directions, des expansions des cellules nerveuses; 2° la sécrétion, dans certaines parties différentes des centres nerveux, de substances susceptibles d'attirer ou de repousser ces cellules ou leurs prolongements, en provoquant des réactions spéciales, positives ou négatives, de leur sensibilité chimiotaxique; 3° la suspension ou la transformation de l'état chimiotaxique de chaque catégorie d'éléments nerveux à des époques déterminées.

En dépit des objections qu'on peut faire à cette hypothèse de Ramon y Cajal, à la fois chimique et mécanique, nous inclinons à croire qu'elle doit être provisoirement accueillie.

Jules Soury,

Directeur-adjoint

à l'Ecole pratique des Hautes-Études.

LE LAC GLACIAIRE AGASSIZ

Lorsqu'on jette les yeux sur une carte de l'Amérique du Nord, on est vivement frappé du fait que toute la partie septentrionale de ce continent, située à l'est des montagnes Rocheuses, à l'ouest des Appalaches et du cours du Saint-Laurent, et au nord d'une ligne passant par Chicago et les sources du Missouri, est parsemée de lacs innombrables. Cette vaste région, qui a près de 4.000 kilomètres de longueur et 2.500 kilomètres de largeur, occupe donc une superficie sensiblement égale à celle de l'Europe. Elle comprend les plus grands lacs du globe et offre, en général, une topographie bien spéciale, confuse, incohérente, où le géologue et le géographe cherchent en vain des lignes directrices pour s'orienter. Partout on n'observe qu'un immense plateau, parsemé de petites collines, dont les plus élevées ne dépassent guère 1.000 mètres, de monticules isolés, de dépressions lacustres irrégulières, peu profondes, grandes et petites, dont un certain nombre sont sans issue. Pendant la saison des pluies, il naît même des lacs en miniature, des mares, dans toutes les dépressions de la surface de ce continent. C'est sur ce territoire, qui n'offre aucune ride montagneuse importante pouvant servir de ligne de partage des eaux, que les plus grands fleuves de l'Amérique prennent leur source et portent leurs eaux : le Mackenzie, dans l'Océan Glacial; le Nelson, dans la baie d'Hudson; le Saint-Laurent, dans l'Atlantique; et le Mississipi dans le golfe du Mexique.

I

La topographie si singulière que nous venons d'esquisser est due aux dépôts glaciaires qui recouvrent, presque partout, cette vaste étendue; les collines sont, le plus souvent, des lambeaux d'anciennes moraines, et les mille lacs qui émaillent ce paysage proviennent généralement de cavités creusées par les glaciers ou d'anciennes vallées barrées par des moraines.

Durant les temps quaternaires, l'Amérique du Nord a été, en effet, couverte de glaciers dont l'épaisseur atteignait, en certains points, 2.000 et même 3.000 mètres. Parmi ces glaciers (fig. 1), les uns descendaient des hautes chaînes de montagnes de l'ouest de ce continent, les autres avaient pour centre de rayonnement le Labrador. La coalescence de ces grands lobes de glace constituait un immense manteau qui s'étendit sur le Canada et le nord des États-Unis. Les lacs dont nous avons parlé; les collines, les monticules, formés presque uniquement de dépôts glaciaires; les roches polies, striées,

moutonnées, qui réapparaissent parfois sous l'enveloppe morainique; la direction des stries, l'origine lointaine des blocs morainiques, etc., ont permis de reconstituer l'histoire de cette période glaciaire en Amérique, et d'établir que, comme en Europe, elle avait eu deux extensions principales dans le Nouveau-Monde. Les glaciers américains ont donné naissance à une série de dépôts (*drift*), offrant également les mêmes caractères que ceux de l'Allemagne du Nord, de la Suède, de la Finlande, etc.

La première extension glaciaire a fourni le *drift* atténué des Américains, dépôt aujourd'hui peu épais, constitué par des matériaux variés, très décomposés, qui, s'étant étendu beaucoup plus au sud que le *drift* de la deuxième extension glaciaire, dont la fraîcheur est plus grande, couvre les plateaux situés à 80 et 100 mètres au-dessus du niveau des vallées actuelles. Le second *drift* est venu combler, en partie, les vallées creusées dans le premier et même dans les roches sous-jacentes à une profondeur de 50 à 60 mètres. Le creusement de ces vallées donne une idée de la valeur du temps écoulé entre les deux extensions. Les couches de lignite, assez épaisses, et les squelettes des grands animaux, Mastodonte et Mammouth, enfouies sous le second dépôt glaciaire indiquent également que le sol avait été couvert de forêts et habité pendant le recul des glaciers.

C'est principalement sur le second *drift* (le plus récent) que la topographie morainique s'est conservée avec ses caractères primitifs.

La période glaciaire a complètement changé l'aspect et la physionomie du paysage; elle a contribué, pour une large part, à la formation des lacs qui couvrent une grande partie du nord de l'Amérique. Les lacs Supérieur, Michigan, Huron, Érié et Ontario, qui sont de véritables mers intérieures, ont pour origine des vallées submergées, partiellement barrées par des moraines. Mais il en est d'autres dont l'histoire est encore plus intimement liée à la période glaciaire. L'un de ces derniers, appelé lac Agassiz par les géologues, a eu un développement prodigieux. Il n'en reste plus aujourd'hui que les lacs résiduels Winnipeg, Manitoba et Winnipegosis, dont la superficie atteint encore cependant près 50.000 kilomètres carrés, c'est-à-dire 80 fois environ celle du lac de Genève. Le géographe ne peut comprendre la genèse de ces lacs, qui sont un héritage bien amoindri des temps passés, qu'en s'aidant des lumières fournies par la Géologie. Nous allons essayer de présenter l'histoire

très curieuse du lac Agassiz et des lacs auxquels il a donné naissance, en tenant compte surtout du très important mémoire que M. Upham vient de publier, sur ce sujet, dans les *Monographs of the Geological Survey* américain.

11

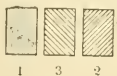
L'existence du lac Agassiz avait été reconnue

nues que depuis peu. L'emplacement de cet ancien lac, couvert aujourd'hui de riches prairies et de forêts presque impénétrables, est occupé par la vallée de la rivière Rouge du nord, les lacs Winnipeg, Manitoba et Winneposis, par le cours inférieur des vallées du Saskatchewan et le cours supérieur de la Nelson. Cette dernière rivière draine toutes les eaux de la contrée au profit de la baie d'Hudson.



Grav. par F. Berceimans 17, Rue St-Sulpice

Fig. 1. — Carte montrant la partie de l'Amérique du Nord recouverte par les glaciers lors de la période glaciaire (D'après M. Upham).



1. Calotte glaciaire.
2. Emplacement du lac Agassiz.
3. Moraines terminales.

Les flèches indiquent la direction des stries glaciaires.

depuis 1823 par Keating; de nombreux géologues ont apporté, depuis cette époque, des faits nouveaux relatifs à l'histoire de ce lac, mais les diverses phases par lesquelles il a passé ne sont bien con-

Ce lac géologique s'étendait, à l'ouest, aux pieds des collines Duck, Riding et Pembina; à l'est, il couvrait le pays jusqu'aux lacs Seul et Island. La surface occupée par le lac Agassiz était sept fois plus

grande que celle du lac Supérieur, et elle dépassait celle de l'ensemble des grands lacs tributaires du Saint-Laurent.

Dans sa plus grande extension, il avait près de 4.300 kilomètres de longueur et 450 kilomètres de largeur. Sa superficie était donc sensiblement comparable à celle de la France ou de la mer Noire. Le niveau de ses eaux s'est élevé de 230 mètres au-dessus du niveau actuel de ses descendants.

Par suite de quelles circonstances cet immense lac a-t-il pris naissance, a-t-il grandi, et par quelles

glaciaires, à l'embouchure du canal de sortie du lac se forme un delta de substances moins grossières, en général des sables et des argiles. Si les eaux du lac viennent à diminuer, les terrasses successives qui encadreront la surface lacustre aideront à reconstituer l'histoire du lac disparu.

Cet ensemble de faits s'applique d'une manière frappante à l'histoire du lac Agassiz. Rappelons que la calotte de glace qui couvrait l'Amérique du Nord avait une étendue de 12 millions de kilomètres carrés et une épaisseur de 2.000 à 3.500 mètres dans



Gravé par F. Boreman, 17, rue St-Sulpice - Paris.

Fig. 2. — Carte montrant, en ponctué, l'emplacement du lac Agassiz à l'époque de sa plus grande extension.

vicissitudes a-t-il passé pour ne plus être aujourd'hui qu'un chapelet de lacs? C'est ce que nous allons dire, après avoir donné quelques mots d'explication.

On sait qu'un lac glaciaire est parfois produit par le recul d'un glacier. Si la moraine frontale, abandonnée pendant la période de fusion de la glace, vient à barrer une vallée, l'eau provenant de la fonte du glacier en recul s'accumule derrière cette digue, et un lac s'établit. La retraite du glacier continuant, la superficie lacustre peut augmenter si la pente n'est pas très grande. Mais le trop-plein du lac ne tarde pas à se déverser par un col qui s'élargit progressivement. Pendant que, dans le lac, se déposent les matériaux charriés par les torrents

sa partie centrale. L'existence du lac Agassiz date du recul de ce grand manteau de glace. On compte douze arrêts dans la retraite de la nappe glaciaire vers le nord; ces arrêts sont marqués par les moraines abandonnées successivement du sud au nord. Les six premières se sont déposées au sud de la rivière Rouge. La septième, ou *Dovre moraine*, borne, au sud, le cours supérieur de la rivière Rouge. La cuvette comprise entre le front du glacier en retraite et la *Dovre moraine* constitua la première ébauche du lac Agassiz. Par suite de la fusion et du recul du glacier, des matériaux morainiques furent abandonnés dans l'espace compris entre la *Dovre moraine* et le glacier. Deux nouveaux arrêts de la calotte glaciaire amenèrent la formation des huit

tième et neuvième moraines (Fergus Fells et Leaf Hills moraines) qui ont disparu, en grande partie, dans la vallée de la rivière Rouge, mais qui forment, vers l'est, une série de collines de 300 mètres d'élévation. Les dixième, onzième et douzième moraines s'échelonnèrent successivement vers le nord, jusqu'au lac Winnipeg. A chaque recul du glacier, l'étendue du lac augmentait, car la pente du sol était dirigée vers le nord. Les collines Pembina, Duck et Riding, qui limitaient le lac à l'ouest, sont des tronçons de ces moraines successives.

Pendant que grandissait la surface lacustre, l'écoulement des eaux se faisait par la rivière Warren, qui débouchait dans le Mississipi. Cette rivière creusa une vallée de 1.800 à 3.500 mètres de largeur et de 150 à 230 mètres de profondeur, maintenant occupée par les lacs Traverse, Big-Stone et la rivière Minnesota. — A leur tour, les cours d'eau et les torrents glaciaires qui débouchaient dans le lac y formaient des deltas constitués par du *drift modifié*. Dans la deuxième phase de son évolution, les eaux du lac Agassiz s'écoulèrent par la voie du lac Supérieur, du lac Michigan, dans le Mississipi. Le glacier continuant à reculer, le trop-plein du lac se déversa dans la direction de la baie James. Enfin, la baie d'Hudson dégagée à son tour des glaces qui la recouvraient, la pente générale du sol étant N.-E., l'écoulement des eaux du lac se fit, de ce côté, par la rivière Nelson, dont l'embouchure était à un niveau inférieur à la rivière Rouge.

Mais, durant ces diverses phases et pendant que la rivière Nelson creusait sa vallée, les eaux du lac baissaient, et une série de terrasses s'échelonnaient sur ses bords. La surface lacustre diminua progressivement, jusqu'à atteindre l'état actuel. Les lacs Winnipeg, Manitoba et Winnipegosis ne sont donc que les restes d'un lac qui occupait une superficie dix fois plus considérable, et dont le niveau supérieur des eaux se trouvait à 200 mètres au-dessus du niveau de la surface lacustre actuelle. La durée du lac Agassiz fut courte, ainsi que le montre le petit volume de ses terrasses et de ses sédiments lacustres. On a évalué à environ un millier d'années le temps qu'il avait fallu pour le dépôt des moraines qui lui avaient donné naissance et pour l'abaissement de ses eaux au niveau actuel.

Des soulèvements, dont l'origine est assez enreueuse, se manifestèrent après le départ des glaciers. Ils eurent pour effet de relever inégalement, en divers points, le niveau du lac et, par suite, de ses terrasses qui, aujourd'hui, ne sont plus horizontales. Le soulèvement se fit d'abord sentir vers le sud, puis vers le nord, et il suivit l'évolution du lac; les vieilles terrasses, en effet, sont les plus surélevées, les moyennes le sont moins et les inférieures sont à peine dérangées de leur horizonta-

lité. Ces changements de niveau résultèrent surtout du départ de l'épaisse couche de glace qui pesait assez fortement sur l'écorce terrestre. Ainsi déchargée, la portion de territoire reprit le niveau qu'elle occupait primitivement. Ce relèvement s'opéra du sud vers le nord, au fur et à mesure que le glacier battait en retraite. On l'a constaté non seulement dans les terrasses du lac Agassiz, mais aussi le long des côtes de l'Océan, que le poids de la glace avait partiellement submergées et qui furent de nouveau exondées. La dépression du continent avait donc été générale partout où les glaciers avaient séjourné.

III

L'étude du lac Agassiz a permis de reconstituer, dans ses détails, diverses phases de la retraite de la calotte de glaces qui couvrait le nord du continent américain, et d'établir les résultats suivants : 1° La retraite s'était faite par étapes successives, chaque arrêt étant marqué par une moraine; 2° Le lac avait été enfermé entre l'une de ces moraines et le front du glacier reculant vers le nord; 3° Le régime hydrographique avait été complètement changé pendant une grande partie de la durée du lac, puisque l'écoulement des eaux, qui se faisait d'abord par le Mississipi, se fit par la rivière Nelson, dès que la baie d'Hudson fut débarrassée des glaces qui la recouvraient. Les eaux, qui parcouraient alors plus de 3.000 kilomètres en ligne droite, du nord vers le sud, avant de se jeter dans les eaux chaudes du golfe du Mexique, n'ont plus aujourd'hui que 500 kilomètres à franchir, du sud vers le nord, avant d'atteindre les eaux froides de la baie d'Hudson. C'est là un bien curieux contraste; 4° Le poids de la nappe glaciaire avait fait fléchir le continent. Le relèvement du sol ne se produisit qu'après son départ; 5° Les lacs Winnipeg, Manitoba et Winnipegosis doivent être considérés comme représentant la phase de déchéance du lac Agassiz.

Si nous rapprochons de cet ensemble de faits ceux qui ont été fournis par d'autres lacs, dont l'histoire est intimement liée à celle de la période glaciaire, les lacs Lahontan et Bonneville, qui avaient enregistré, tels de gigantesques fluviomètres, les variations d'intensité des précipitations atmosphériques pendant cette période glaciaire; les lacs Supérieur, Michigan, Huron, Érié et Ontario, véritables mers intérieures, nées du phénomène glaciaire, dont elles marquent la grandeur, nous pouvons dire que l'histoire des lacs américains est singulièrement édifiante, mais qu'elle n'est compréhensible que grâce aux lumières fournies par la Géologie.

Ph. Glangeaud,

Docteur ès sciences,
Collaborateur au Service de la Carte
géologique de la France.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Rouse Ball (W.-W.). — *Fellow et Tutor de Trinity College (Cambridge). — Récréations et Problèmes des temps anciens et modernes.* 3^e édition, traduite par M. J. Fitz-Patrick. — 1 vol. in-8° de 352 pages. (Prix : 9 fr.) A. Hermann, éditeur, 8, rue de la Sorbonne. Paris, 1898.

Après les quatre volumes si intéressants des *Récréations mathématiques* d'Edouard Lucas, l'ouvrage de M. Rouse Ball n'en a pas moins sa raison d'être, et nous sommes heureux que M. Fitz-Patrick ait eu l'idée de nous en donner une traduction française. Les livres de cette nature provoquent toujours, à juste titre, la curiosité, et les mathématiciens auraient grand tort de dédaigner ces sujets, en dépit de la futilité apparente (mais apparente seulement) qu'ils présentent quelquefois.

M. Rouse Ball, dans les douze chapitres dont se compose son livre, examine successivement diverses questions mathématiques, géométriques ou mécaniques : des problèmes de géométrie de situation; les carrés magiques; les tracés continus; des propositions célèbres, telles que la duplication du cube, la trisection de l'angle et la quadrature du cercle. Il consacre ses derniers chapitres à l'astrologie, à l'hypermètre, au temps et à sa mesure, enfin aux hypothèses sur la matière et l'éther.

On comprend, d'après cette seule énumération, que son livre présente un caractère philosophique et historique assez spécial. C'est ce qui le distingue surtout des ouvrages similaires. Plusieurs des chapitres ci-dessus énumérés se rapportent, en effet, à d'autres sciences que la Mathématique, et l'astrologie, par exemple, ne se rapporte à aucune science, ce qui ne l'empêche pas de piquer la curiosité, et d'offrir un côté anecdotique amusant.

L'auteur a eu, en général, le mérite de savoir se borner, car le développement des matières contenues dans son cadre lui aurait permis d'écrire plusieurs gros volumes sans sortir de son sujet. S'il nous était permis de formuler une critique, en dépit de tout l'intérêt que nous avons pris à la lecture de ces *Récréations et Problèmes*, nous exprimerions pourtant le regret qu'au début, à propos des questions sur les nombres et sur les cartes, empruntées surtout à Bachel de Méziriac, on ait donné un tel développement à des exemples multipliés, qui ne diffèrent pas essentiellement les uns des autres. Il s'en est suivi, par contre, que certains autres chapitres ont été peut-être trop abrégés. C'est ainsi que, dans les carrés magiques, on ne trouve pas même le nom de M. G. Arnoux, qui a publié cependant sur ce sujet, au cours des dernières années, l'une des études les plus remarquables et les plus originales que l'on connaisse. En géométrie non euclidienne, celui de Lobatchefsky n'est cité que dans un aperçu bibliographique des plus sommaires. Nous n'avons pas vu non plus qu'en géométrie de situation, en ce qui concerne les labyrinthes, il soit fait mention des travaux de M. Gaston Tarry.

En dépit de ces observations, dont l'auteur pourrait tirer profit dans une édition nouvelle, nous répétons très sincèrement que le livre de M. Rouse Ball mérite de prendre place dans la bibliothèque de toute personne aimant la science, ou simplement curieuse de choses scientifiques.

C.-A. LAISANT,
Docteur ès sciences,
Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

Boulanger (M.). — *Quadrature du Cercle.* — 1 brochure de 60 pages avec figures. W. Kundig et fils, éditeurs. Genève, 1898.

Tel est le titre d'un petit volume d'environ 60 pages que l'auteur vient de publier, avec 4 planches et en faisant précéder le titre de la devise : *Labor improbus omnia vincit*. Nous ne le citons ici qu'à titre de curiosité, et pour mettre en garde les imitateurs contre de tristes illusions.

L'auteur fait la quadrature du cercle... en se servant de la cycloïde! Et non seulement il croit avoir découvert quelque chose, mais il s'imaginerait avoir conquis un incomparable titre de gloire.

Après les travaux définitifs et si convaincants de MM. Hermite, Lindemann, Klein, on pouvait espérer que la liste des *quadruteurs* était close. Il était dit que la fin du XIX^e siècle en verrait surgir un de plus. Peut-être, hélas! le XX^e siècle nous en réserve-t-il d'autres encore, car l'illusion scientifique est une des infirmités de l'esprit humain.

C.-A. L.

Boulvin (J.). *Ingénieur des Constructions maritimes de l'Etat Belge.* — *Cours de Mécanique appliquée aux Machines.* 6^e Fascicule : *Locomotives et Machines marines.* — 1 vol. in-8° de 352 pages avec 6 planches et 293 figures. Prix : 10 fr.) E. Bernard et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1898.

M. Boulvin consacre le sixième fascicule de son remarquable *Cours de Mécanique appliquée*, professé à l'Ecole spéciale du Génie civil de Gand, aux locomotives et aux machines marines; ainsi qu'il le dit dans son avant-propos, la locomotive occupe la place la plus grande dans cet ouvrage. C'est donc un véritable traité de la locomotive que le savant professeur présente au public; la théorie générale des moteurs et des foyers thermiques ayant été largement développée dans les fascicules précédents, l'auteur n'a pas eu à y revenir et il a pu condenser en 250 pages les données principales qui intéressent les ingénieurs.

La question est traitée en neuf chapitres, très documentés, qui portent les titres suivants : dispositions générales; étude mécanique de la locomotive; appareil de vaporisation; châssis et suspension sur le train de roues; mécanisme moteur; tender et approvisionnements; divers types de locomotives; lignes de montagne, funiculaires, etc.; chemins de fer aériens.

C'est dans le chapitre V, attribué aux mécanismes moteurs, qu'est étudiée la question des machines compound, si répandues depuis que M. Anatole Mallet a démontré les avantages qu'elles présentent dans la pratique. Une large part est faite aux travaux de MM. Webb, Worseld, etc.; le nom de M. du Bousquet, de la Compagnie du Nord, aurait pu être joint aux précédents.

L'examen du propulseur et de l'appareil moteur des machines marines forme la deuxième partie de l'ouvrage, qui n'est pas moins documentée que la première.

Ce fascicule donne, comme les précédents, une haute idée de l'enseignement qui est fait à l'Ecole du Génie civil de Gand.

L'exécution typographique témoigne des soins qu'ont apportés à cette publication MM. Bernard et C^{ie}, qui l'ont imprimée et éditée.

ARMÉ WITZ,
Professeur à la Faculté libre des Sciences
de Lille.

2° Sciences physiques

Guillemin (Dr Aug.), *Professeur de Physique à l'Ecole de Médecine d'Alger.* — *Sur la génération de la voix et du timbre.* — 1 vol. in-8° de 392 pages avec 96 fig. (Prix: 6 fr.) Société d'Éditions scientifiques, Paris, 1898.

Voici un ouvrage révolutionnaire, écrit dans un style coloré et vibrant, un ouvrage de combat où souvent la discussion reprend haleine, s'égare en une image pour revenir à la charge avec de nouvelles forces.

L'auteur, qui a lu tout ce qu'on a écrit sur la génération de la voix, a relevé à peu près autant d'opinions que d'auteurs, et en a conclu que la question restait fort obscure. Il s'en est pris à Helmholtz d'avoir arrêté l'essor de l'Acoustique, et, quant à délibérer les voies tracées, il crée une théorie nouvelle du timbre, destinée, dans son esprit, à remplacer celle à laquelle la plupart des physiciens restent encore attachés.

Telle est la paresse de l'intellect qu'une idée neuve ne remplace celle qu'on s'était faite d'un phénomène, que lorsqu'elle lui est bien nettement préférable. C'est pourquoi les physiciens, encore imbus de la théorie du timbre dans laquelle Helmholtz précisait les idées de Sauver, seront tentés de faire mauvais accueil aux déductions de M. Guillemin. Nous sommes mal préparés à les comprendre, et le premier jugement pourra ne pas être équitable.

L'auteur se demande pourquoi nous croyons à l'existence réelle de sons harmoniques supérieurs. Le développement par la série de Fourier ne lui semble pas une preuve suffisante, et les expériences sur la résonance pourraient, dans son idée, conduire tout aussi bien à admettre l'existence de sons harmoniques inférieurs. Le fait qu'une corde vibrante arrêtée en un nœud d'une harmonique continue à donner le son correspondant, ne lui semble pas démontrer que cette vibration préexistait. La preuve qu'il en donne est simple: Un pendule composé d'une masse suspendue à un fil possède une période déterminée, mais on peut lui communiquer telle période que l'on voudra en pinçant un point du fil, et pourtant, la nouvelle oscillation ne préexistait pas.

Malheureusement, M. Guillemin ne cherche pas si les deux expériences sont comparables, et si l'analogie qu'il découvre n'est pas simplement illusoire. Cette analogie nous paraît telle, et il ne nous semble pas que la théorie d'Helmholtz, modifiée en ce qui concerne le ton caractéristique des voyelles, soit sérieusement entamée.

Si même les idées de l'auteur sont destinées à être abandonnées, — ce que nous croyons, — son ouvrage pourra être consulté avec un vif intérêt par ceux qui s'occupent d'Acoustique au point de vue physiologique. L'abondance des documents, les idées relatives aux tourbillons, et la bonne humeur de l'écrivain leur feront passer d'agréables moments en leur enseignant bien des choses peu connues. Ils contrediront probablement *in petto*, mais sans amertume.

CH.-ED. GUILLEMIN,

Physicien

au Bureau international des Poids et Mesures.

Reychler (A.), *Professeur à l'Université libre de Bruxelles.* — *Les Théories physico-chimiques.* — 1 vol. de 282 pages, avec 50 figures dans le texte. (Prix: 6 fr.) H. Larmatin, éditeur. Bruxelles, 1898.

La Chimie physique, considérée il y a quelques années encore comme un simple chapitre de la Chimie générale, a conquis aujourd'hui son droit de cité dans notre enseignement, et son utilité n'est plus contestée. On reconnaît maintenant que les lois, les règles ou simplement les remarques empiriques, trouvées souvent, grâce à l'introduction en Chimie des méthodes et des instruments du physicien, ont besoin d'être coordonnées et méthodiquement classées. C'est la seule manière de mettre en évidence les rapports qui unissent les nom-

breuses données numériques actuellement connues et de coter à leur juste valeur les analogies remarquables que l'on ne soupçonnait même pas il y a moins de quinze ans.

Le livre de M. Reychler s'acquiesce admirablement de cette tâche. Après avoir rappelé les lois fondamentales de la Chimie, il montre comment l'étude des densités de vapeur fournit une base solide pour la détermination des poids moléculaires; on passe ensuite aux poids atomiques fixés partiellement au moyen des chaleurs spécifiques, puis aux formules de structure et aux classifications de Mendéléef et de L. Meyer.

La seconde partie est consacrée aux phénomènes critiques et à l'état liquide: densité, volume moléculaire, réfraction, pouvoir rotatoire ordinaire et magnétique, formules stéréochimiques; — et aux solutions: volume moléculaire des corps dissous, pression osmotique, cryoscopie, tonométrie.

Les principes et les procédés de la Thermochimie (chaleurs de neutralisation et de combustion, bombe calorimétrique, corrections) sont longuement décrits dans la troisième partie de l'ouvrage, qui renferme également l'Électrochimie: lois d'Ohm, de Joule, de Faraday, électrométrie, conductibilités des électrolytes, vitesses des ions, pression osmotique, hypothèse d'Arrhénius, avec un examen critique et l'exposé des idées spéciales de l'auteur.

Enfin, la quatrième et dernière partie comprend la mécanique chimique, c'est-à-dire les équilibres expliqués par la théorie de Guldberg et Waage, la théorie de l'activité et les diverses méthodes susceptibles de mesurer cette quantité, l'étude des vitesses de réaction, les phénomènes de catalyse, la classification des acides au moyen de la conductibilité.

L'appareil mathématique est réduit à sa plus simple expression dans ce petit livre, qui ne renferme que les formules strictement nécessaires à l'intelligence du texte. M. Reychler a su mettre avec un grand art ces intéressantes questions de Chimie physique à la portée du grand public; quant au chimiste, il trouvera dans son ouvrage des notions fondamentales solidement établies dont la connaissance lui permettra d'aborder facilement la lecture des grands traités de Chimie générale.

P. TH. MULLER,

Maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Echsnor de Coninck (W.), *Professeur de Chimie à l'Université de Montpellier.* — *Cours de Chimie organique.* Fascicules 2 et 3. — Masson et Co, éditeurs. Paris, 1898.

Le deuxième et le troisième fascicules, constituant le tome III de ce cours, viennent de paraître.

Le deuxième fascicule comprend l'étude des groupes du furfurane, du thiophène, du pyrrole, du pyrazole, de l'indol, des indazols.

Dans le troisième fascicule, on trouve une étude détaillée des alcaloïdes volatils, y compris les bases pyridiques, les bases quinoléiques, les phtamines et les alcaloïdes fixes.

3° Sciences naturelles

Costantin (J.), *Maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.* — *Les Végétaux et les Milieux cosmiques.* — 1 vol. in-8° de 292 pages avec 171 figures. — (Bibliothèque scientifique internationale.) (Prix cart.: 6 fr.) Félix Alcan, éditeur. Paris, 1898.

M. Costantin nous présente une mise au point consciencieuse de nos connaissances actuelles en Biologie végétale. Appartenant à l'Ecole transformiste, il explique et synthétise les faits par la théorie de l'évolution; il tire excellent parti de cette théorie, et tous, même ses adversaires, le reconnaîtront; le mérite en revient d'ailleurs non seulement à l'auteur, mais à la théorie, dont l'illustre naturaliste de Quatrefages a dit: « Sans doute, le point de départ, — la croyance à la transmutation des

espèces, — est erroné. Pourtant, cette erreur même a conduit Carl Vogt et conduira ses disciples à considérer les phénomènes à un point de vue spécial qui peut leur ouvrir des horizons nouveaux. Peut-être leur arrivera-t-il, comme à Darwin, qui a dû quelques-unes de ses découvertes les plus curieuses et les mieux prouvées à la foi qu'il avait en sa théorie. »

L'auteur expose dans son Introduction les idées de Goethe sur la variation des plantes. Le livre proprement dit comprend quatre parties intitulées : Chaleur, Lumière, Pesanteur, Milieu aquatique, où sont tracés les principaux caractères de la vie végétale en rapport avec ces quatre facteurs. Les faits acquis, les expériences anciennes et récentes s'y trouvent nettement décrits. M. Costantin parle en maître, ayant lui-même poursuivi de longues recherches pour élucider l'action que certains milieux exercent sur les plantes. Sa tâche était cependant pénible, tellement sont nombreux et épars les documents de la science botanique. Il a fallu naturellement choisir entre ces documents, mais M. Costantin ne néglige aucun fait important et jugé tel sans parti pris. Le texte est accompagné de 171 figures soit originales, soit empruntées aux sources si variées de ce travail.

C'est là un bon livre pour l'étudiant naturaliste, dont l'éducation botanique se réduit trop souvent à ces deux choses : connaître la structure *typique* des trois membres d'une plante, savoir les noms et attributs numériques des fleurs les plus communes de nos champs. Le géographe y trouvera également profit, et aussi l'archéologue, qui pourra lire, écrites par un naturaliste, quelques pages sur la représentation des êtres vivants dans l'Antiquité. D'ailleurs, la clarté de l'expression, l'absence de termes trop techniques mettent ce livre à la portée de tous ceux qu'intéressent les Sciences naturelles.

M. Costantin arrive à cette conclusion que le problème de l'évolution des êtres n'est pas une question insoluble, comme depuis longtemps on l'a dit; on peut, certes, espérer la lumière, mais encore faut-il, pour voir clair, ouvrir les yeux.

JULIEN RAY,

Agrégé, préparateur à l'Ecole Normale Supérieure.

Delage (Yves), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, et Hérouard* (S.), *Chef des Travaux de Zoologie à la Faculté des Sciences de Paris.* — *Traité de Zoologie concrète. Tome V. Les Vermidiens.* — 1 vol. in-8° de 372 pages avec 46 planches en couleurs et 323 figures dans le texte. (Prix: 12 fr.) Schleicher frères, éditeurs. Paris, 1898.

Ce volume, le cinquième dans l'arrangement méthodique de l'ouvrage, est le second par ordre de date, les auteurs, comme ils l'avaient annoncé, faisant paraître leur traité sans tenir compte de la succession régulière des embranchements.

Le nom de *Vermidiens*, employé ici, est nouveau; il désigne d'ailleurs un groupe zoologique nouveau, fait de la réunion de formes qui ont des rapports plus ou moins étroits avec les Vers, parmi lesquels elles avaient été placées jusqu'à ce jour, mais qui, en raison de leurs caractères aberrants, portaient le trouble et la confusion dans ce grand embranchement.

Les *Vermidiens* comprennent : 1° les Géphyriens; 2° et 3° les Brachiopodes et les Bryozoaires (Vermoides de Pruvot); 4° les Axobranches (Vermiformes et Pterobranches); 5° les Trochelmintes (Rotifères et Gastrotriches); 6° les Kinorhinques (Echinodères); 7° les Chetognathes. Soit en tout 7 classes.

Cette tentative est intéressante : il est certain, en effet, que l'adjonction de tant de formes encombrantes à l'embranchement des Vers avait de grands inconvénients; l'embranchement y gagnera plus de netteté. Y a-t-il bénéfice d'autre part, pour les formes disparates qui constituent le nouveau groupe des Vermidiens? On ne saurait évidemment prétendre que ce groupe brille par son homogénéité; cependant il est non moins certain qu'il existe des affinités entre les diverses for-

mes qui le composent. C'est ce que les auteurs nous paraissent bien mettre en évidence dans les quelques lignes suivantes : « Les Géphyriens, disent-ils, constituent à notre avis le lien commun de toutes ces formes; non seulement, par les Echiurides (Géphyriens armés) et le *Sternaspis*, ils forment le trait d'union avec les Vers proprement dits, en particulier avec les Annélides, grâce à leur lobe céphalique et à leurs soies; mais, par les Siponculides (Géphyriens inermes), ils peuvent même être considérés comme le point de départ de la série entière des Vers aberrants. Les Siponculides, de leur côté, font le passage à d'autres groupes plus lointains. En effet, avec leur couronne de tentacules, ils conduisent, par l'intermédiaire de *Phoronis*, directement aux Bryozoaires, et ceux-ci donnent la main, d'une part aux Brachiopodes, qui ressemblent si fort aux Phylactolémides à un certain état de leur développement, de l'autre aux Rotifères, qui nous conduisent par les Gastrotriches et les Echinodères aux Chetognathes et aux Nématodes, de l'autre enfin, par *Rhabdopleura* et *Cephalodiscus* au *Balanoglossus* et aux Chordata. » C'est entre *Cephalodiscus* et *Balanoglossus* que les auteurs placent la limite de leur embranchement de manière à ne point laisser dans les Vermidiens un être (*Balanoglossus*) franchement annelé et métamérique. Le caractère le plus général des Vermidiens, caractère par lequel ils se distinguent des Annélides, est en effet l'absence d'annulation vraie et de répétition métamérique des organes.

J'ai insisté sur ces considérations parce que les auteurs ont tenu à défendre l'arrangement qu'ils proposent. Mais, en réalité, la question n'a qu'une importance relative, autant du moins qu'il ne s'agit, comme c'est ici le cas, que d'adopter un ordre plus ou moins favorable à l'étude. Le principal est de réunir des êtres qui ont entre eux des affinités réelles. Sous ce rapport, le nouvel embranchement des Vermidiens paraît bien conçu.

Au point de vue de l'exécution, ce nouveau volume de la *Zoologie concrète* ne le cède en rien à celui qui l'a précédé; tant par le nombre considérable des genres décrits que par l'abondance des figures, il est appelé à rendre de grands services. 46 planches en couleurs réparties dans l'ouvrage reproduisent les principaux types morphologiques adoptés ou créés par les auteurs. Pour la plupart, les genres importants sont figurés dans le texte.

II. BEAUREGARD,
Assistent au Muséum.

4° Sciences médicales

Munk (L.) et **Ewald** (C.-A.), *Professeurs à l'Université de Berlin.* — *Traité de Diététique (Alimentation de l'homme normal et de l'homme malade).* Traduit et revu par MM. J.-F. HEYMANS, professeur, et P. MASOIN, assistant à l'Université de Gand. — 1 vol. in-8° de 604 pages (Prix : 15 fr.) Carré et Naul, éditeurs à Paris, et Lamertin, éditeur à Bruxelles, 1898.

Dans cet ouvrage, les auteurs exposent d'une part nos connaissances scientifiques actuelles sur la physiologie de la nutrition, et d'autre part les applications pratiques tirées de ces connaissances dans l'alimentation de l'homme sain et de l'homme malade.

La traduction de Heymans et Masoin a comblé une véritable lacune de la littérature française. Il n'existait, en effet, dans notre langue aucun livre traitant, d'une manière complète et pratique, l'importante question de l'alimentation. En langue allemande, l'ouvrage a eu trois éditions dans l'espace de dix ans.

Un succès non moins grand sera certainement assuré à cette édition française.

L'ouvrage se divise en trois parties. La première traite de la physiologie générale de la nutrition et de l'alimentation; la deuxième de l'alimentation de l'homme normal et de l'alimentation des masses; enfin, la troisième est consacrée à l'étude de l'alimentation de l'homme malade. Cette dernière est l'œuvre

de C.-A. Ewald, les deux autres sont de I. Munk.

Dans la première partie, on fait une étude générale sur l'évolution, le siège et les causes de la désassimilation et la détermination du bilan nutritif total; puis on expose les variations qu'éprouvent les échanges nutritifs dans diverses conditions : inanition, alimentation avec des aliments divers, etc.; on traite ensuite de l'alimentation et de la nutrition en faisant ressortir l'importance des aliments simples tels que l'eau, les substances minérales et les principes immédiats divers, les condiments et stimulants; enfin on étudie les aliments complexes d'origine animale et d'origine végétale pour arriver à l'exposition des principes qui doivent guider dans l'établissement de la ration journalière.

Dans la deuxième partie, on expose d'abord les considérations générales relatives au choix, à la valeur réelle, à la conservation et à la préparation des aliments. Puis on indique l'alimentation qui convient à l'enfant, à l'adolescent, à l'adulte, à l'ouvrier, aux personnes à vie sédentaire, à la femme, aux vieillards et enfin on étudie l'alimentation qui convient surtout aux masses, dans les crèches, les écoles, les orphelinats, les prisons, l'armée, les hospices, etc., etc.

La troisième partie, consacrée spécialement à l'alimentation de l'homme malade, traite d'abord des principes généraux de l'alimentation des malades, puis de la diététique spéciale dans les diverses maladies. Elle se termine par des tableaux indiquant la composition chimique des principaux aliments et stimulants employés ainsi que leur chaleur de combustion.

Cet ouvrage, écrit surtout pour l'usage des médecins, des chefs d'administration, des directeurs d'hôpitaux, des pensionnats, etc., peut aussi rendre de réels services aux biologistes en leur offrant, sous une forme condensée, les principaux documents relatifs à la question de la nutrition et de l'alimentation.

M. KAUFMANN,

Professeur de Physiologie
à l'école vétérinaire d'Alfort.

Landouzy (L.), Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'Hôpital Laennec. — **Les Sérothérapies.** — 1 vol. grand in-8° de 330 pages avec 27 fig. (Prix: 20 fr.) Georges Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1898.

Une profonde révolution a été accomplie en thérapeutique par l'avènement de la Sérothérapie. A peine la méthode nouvelle avait-elle vu le jour, que M. Landouzy, marchant comme toujours à la tête des novateurs, lui consacrait son cours de Thérapeutique en 1895-1896. Ce sont ces leçons qui viennent d'être publiées aujourd'hui; bien qu'elles datent de deux ans, on les croirait écrites d'hier, après l'érudition qu'on y trouve, par la critique judicieuse des citations, par le choix des documents et surtout par la note personnelle qui perce à chaque page, elles captivent le lecteur en même temps qu'elles l'instruisent et qu'elles lui fournissent des conseils pratiques qu'il trouverait difficilement ailleurs.

M. Landouzy s'est en effet souvenu qu'il est chargé d'un enseignement destiné à des médecins. S'il fait constamment appel aux découvertes scientifiques, c'est surtout pour en déduire des applications et en tirer des indications pratiques. Aussi, après quelques notions assez courtes sur la sérothérapie générale, l'auteur aborde-t-il immédiatement l'étude particulière des sérums. Il commence par le sérum antitétanique qui, s'il se montre impuissant contre le tétanos confirmé, constitue une méthode prophylactique qu'on ne doit pas négliger. Les vétérinaires ont compris les résultats qu'on peut tirer des injections préventives; ils ont donné un exemple que les médecins devraient suivre : injecter tout individu atteint d'une plaie suspecte d'être souillée par le bacille du tétanos. Voilà la conclusion pratique que M. Landouzy tire de l'examen des faits.

Après une étude sur les sérums antivenimeux, vient l'histoire de la sérothérapie streptococcique qui

occupe près de cent pages. C'est qu'en effet il s'agit là d'une médication qui est à l'étude et qui s'applique, non plus à une maladie bien définie, mais à une série d'infections à allures et à localisations variables.

Ceux qui ont tenté de traiter les infectés par le streptocoque, ont utilisé diverses méthodes : les uns employant pour vacciner les animaux des microbes vivants, les autres des toxines plus ou moins modifiées, tous ont obtenu des succès et des échecs, tous ont vu guérir des malades qui pouvaient être considérés comme désespérés, alors que d'autres, moins gravement atteints, succombaient. L'inconstance des résultats faillit faire abandonner la méthode. Heureusement une notion nouvelle est survenue, qui a ouvert la voie à des recherches complémentaires. Il est établi aujourd'hui que des streptocoques, identiques par leur aspect morphologique ou leurs caractères de culture, peuvent différer par leur action pathogène; tel sérum qui agit sur une variété n'agit pas sur une autre. On a été conduit ainsi à immuniser les animaux contre le plus grand nombre possible d'échantillons de streptocoques et on peut espérer qu'on obtiendra bientôt des sérums qui seront efficaces dans tous les cas : le problème thérapeutique est donc à la veille d'être résolu.

Comme il est facile de le prévoir, la sérothérapie antidiphthérique tient dans ce volume une large place. Son utilité n'est plus discutée aujourd'hui; cependant quelques points restent encore en litige : tel est notamment l'usage des inoculations préventives chez les sujets qui ont été exposés à la contagion. M. Landouzy se prononce, pour certains cas particuliers, en faveur de cette méthode, dont les statistiques tendent à démontrer les heureux effets. On pourrait, il est vrai, objecter que le sérum expose à divers accidents. M. Landouzy étudie longuement cette question, et il conclut que ces accidents sont trop légers pour entrer définitivement en ligne de compte, et que les cas de mort attribués au sérum sont trop douteux pour pouvoir être acceptés sans discussion.

L'usage du sérum antidiphthérique a eu pour résultat de modifier la thérapeutique du croup; la trachéotomie a cédé, dans la généralité des cas, devant le tubage. Ce procédé est étudié avec grand soin et son manuel opératoire, exposé très clairement, est facile à saisir, grâce aux nombreux dessins qui illustrent le texte.

Je ne puis, à mon grand regret, insister sur les chapitres suivants consacrés aux autres maladies infectieuses; on y trouvera notamment le résumé des tentatives qui ont été faites pour arriver à la guérison de la tuberculose.

Donnant au mot sérothérapie un sens plus large que celui qui est adopté d'habitude, M. Landouzy, après avoir étudié les sérums d'origine animale, présente l'histoire de la sérothérapie artificielle : les quatre leçons consacrées à ce sujet comptent parmi les plus intéressantes et parmi les plus directement utiles : on sait combien nombreux et variés sont les services que rendent les injections intra-veineuses ou sous-cutanées de sérum artificiel.

Enfin, dans une sorte d'Appendice, l'auteur étudie la tuberculine et la malléine, ces deux produits microbiens qui, en servant à la diagnose, sont devenus des agents médiateurs de la thérapeutique.

Tels sont, brièvement indiqués, les divers sujets traités dans le volume de M. Landouzy. A l'époque où nul ne peut se désintéresser de la Sérothérapie, mais à l'époque où les travaux sont si nombreux et souvent si contradictoires qu'il est bien difficile de se faire une opinion ferme, les médecins accueilleront avec reconnaissance un livre qui pourra leur servir de guide, qui les dirigera et les conseillera. Au lieu d'un recueil de faits, ils trouveront des indications sûres et raisonnées, et ils pourront remercier l'auteur de les faire profiter de sa vaste érudition et surtout de sa grande expérience.

H. ROGER,

Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

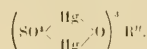
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Avril 1898.

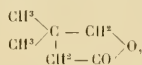
1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Hatt a obtenu l'expression des coefficients de la marée au moyen d'une somme de termes périodiques, obtenue par le développement des coefficients lunaires et solaires. — M. E. Picard montre que la réduction des intégrales doubles de fonctions algébriques, au point de vue du degré du polynôme M, est, en général, susceptible d'être poussée plus loin qu'il ne l'avait d'abord indiqué. — Le P. S. Krüger envoie quelques renseignements nouveaux sur les travaux relatifs à l'ellipsoïde de Jacobi. — M. E. Jahnke établit des théorèmes qui lient les éléments d'un système orthogonal composé aux éléments de deux systèmes composants. Il arrive ainsi à des équations différentielles dont les intégrales donnent la solution du problème relatif à la rotation d'un corps grave de révolution suspendu par un point de son axe. — MM. Eug. et Fr. Cosserat étudient les fonctions potentielles de la théorie de l'élasticité et montrent leur analogie avec l'équation de Laplace.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Dussaud a cherché à transporter les variations lumineuses au moyen d'un fil conducteur de l'électricité. La lumière d'un faisceau A tombe par intervalles sur des blocs de sélénium intercalés dans un circuit. Ceux-ci éprouvent des changements de résistance et envoient des courants dans un téléphone B qui agit sur un obturateur; si l'on place une lumière derrière cet obturateur, on observe les mêmes alternances qu'en A. — M. A. Poincaré calcule les formules qui indiquent, aux quatre phases, les variations de la pression et des deux composantes du vent moyen sur le méridien du Soleil et son orthogonal. — M. P. Garrigou-Lagrange a étudié l'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère. Les ondes lunaires sont à peu près exclusivement diurnes et d'une amplitude supérieure à celle de l'onde diurne solaire. L'expression de ces ondes se calcule d'après les lois générales de l'attraction; elles n'ont pas de rapports avec les mouvements de la marée. — MM. H. Couriot et J. Meunier ont remarqué que, dans l'explosion des mélanges grisouteux, toute cause qui tend à accroître la self-induction du circuit facilite l'explosion. L'enroulement des spires produit cet effet, mais si l'on superpose deux rangées de spires enroulées en sens inverse, la deuxième rangée annule l'effet de la première. — M. A. Colson a constaté que la masse de gaz sulfhydrique décomposée par le phosphate de zinc, dans l'unité de temps et à température constante, est proportionnelle au carré de la pression. La réaction de l'acide sulfhydrique sur les phosphates n'est pas influencée par la quantité de chaleur dégagée. — M. Jarry a obtenu, par l'action du gaz ammoniacque liquéfié sur le bromure d'argent, deux bromures ammoniacaux: AgBr.1,5 NH₃; AgBr.3 NH₃; ils se dissolvent dans le vide. Ces composés se forment et se dissolvent également dans l'eau ammoniacale; leur formation ou leur décomposition s'arrête quand l'eau est saturée sous une pression égale à leur tension de dissociation dans le vide. — M. Pouget, en faisant agir le sulfure d'antimoine sur le monosulfure de sodium, a obtenu des sulfatoantimoniates de sodium, qui se transforment facilement en sulfatoantimoniates par oxydation. Le sulfure d'antimoine donne une réaction un peu différente. — M. J. Cavalier a étudié les monoéthers phosphoriques, de formule POⁿRHⁿ, dans laquelle R désigne l'un quelconque des trois radicaux Clⁿ ou CⁿHⁿ ou CⁿHⁿ, ils agissent

comme acides bibasiques et donnent des sels neutres POⁿRHⁿ et des sels acides POⁿRHⁿ; la substitution de la première molécule alcaline dégage plus de chaleur que celle de la seconde. — M. G. Denigès a obtenu, par réaction du sulfate mercurique en solution acide sur les carboles éthéniques Rⁿ, des composés de formule



Ces composés, de couleur jaune, se dissolvent aisément dans l'acide chlorhydrique. — M. E. Grimaux a préparé le dérivé dinitré et le dérivé dibromé de la tétraméthylamidobenzophénone. Les matières colorantes préparées à partir de ces dérivés ne paraissent avoir aucun avantage sur celles qui dérivent du corps initial. — M. Am. Valeur a déterminé les chaleurs de formation des quinones à poids moléculaire élevé: naphthoquinone, anthraquinone, phénanthrenequinone, rénéquinone. Les valeurs obtenues ne permettent pas d'apporter un argument pour ou contre la constitution dicétonique des quinones. — M. G. Belugou a étudié l'acide éthylphosphorique au point de vue thermochimique. L'éthérification de l'acide phosphorique par une molécule d'alcool éthylique se fait aux dépens de la fonction alcool, laissant persister les deux fonctions acide fort et acide faible. La quantité de chaleur dégagée par la deuxième molécule d'alcali agissant sur les éthers acides est plus grande que celle produite par l'acide phosphorique dans les mêmes conditions. — M. E.-E. Blaise a obtenu, par réduction de l'anhydride diméthylsuccinique dissymétrique, une oléide:



qui, chauffée avec le cyanure de potassium, fournit exclusivement un nitrile acide correspondant à l'acide diméthyl-3,3, pentanedioïque-1,5. — M. A. de Grammont indique une méthode d'analyse spectrale applicable aux silicates et, en général, à tous les minéraux ou précipités insolubles et non conducteurs. Elle consiste à les réduire en poudre fine et à les mélanger avec du carbonate de lithium ou de sodium; le mélange est fondu dans une flamme et il montre toutes les raies des corps présents.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau a nourri de sucre et de graisse des sujets constamment tenus au repos. Ces deux aliments se comportent, au point de vue nutritif, comme chez le sujet qui travaille. Leur valeur nutritive n'a aucun rapport avec leur valeur énergétique; au contraire, elle est proportionnelle à leur fonction glycogénétique qui est de 1 pour le sucre et 1,52 pour la graisse. Toutefois, le sucre semble avoir une petite supériorité. — M. E. de Cyon a constaté qu'une pression exercée sur l'hypophyse se manifeste immédiatement par une brusque variation de la pression sanguine et par un ralentissement notable des battements du cœur, dont la force est en même temps augmentée. Les extraits de l'hypophyse, injectés dans les veines d'un animal, produisent sur le cœur et sur la pression sanguine des effets identiques à ceux que provoquent les excitations mécaniques ou électriques de cet organe. L'hypophyse supplée aux corps thyroïdes dans l'organisme. — MM. Sabrazès et Bregues ont inoculé sur l'épiderme de l'homme, puis de la souris, un champignon morphologiquement trico-

phytique, extrait d'un sycosis parasitaire profond de la barbe. Il s'est formé des godets ayant les caractères des godets faviques. — M. J.-F. Bose décrit la coloration, la structure, les modes de reproduction et le dimorphisme évolutif des cinq types de parasites qu'il a trouvés dans le cancer et le sarcome. — M. Joannes Chatin a étudié la division cellulaire directe ou amitose; il signale quelques-unes de ses anomalies. Quant à sa signification fonctionnelle, elle varie suivant les cas: tantôt l'amitose est dégénérative et donne des éléments stériles; tantôt elle est régénérative et fournit des éléments aptes à se multiplier. — M. Louis Roule donne la description des Annélides recueillis par les expéditions du *Travailleur* et du *Talisman*. Sur quatorze formes, cinq sont nouvelles et appartiennent aux genres *Aphrodite*, *Polynoe*, *Harmothoe*, *Hyalinicia*, et *Vermilia*. Deux autres constituent des genres nouveaux: *Aphroditella* et *Letnionice*. — M. Ch. Janet a observé, dans la région inférieure du corselet des *Myrmica*, une glande débouchant à l'intérieur d'une vaste chambre à parois rigides, toujours remplie d'air. Cette glande sécrète un produit qui s'étale sur les parois et se volatilise au contact de l'air.

Séance du 25 Avril 1898.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. Demontzey, correspondant de la Section d'Economie rurale.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. Guichard démontre que les normales d'un réseau I (réseau qui est parallèle aux lignes de courbure d'une surface isothermique) forment une congruence qui est d'une infinité de manières une congruence K. — M. Paul Painlevé indique une méthode qui lui a permis de former toutes les équations différentielles du second ordre dont les points critiques sont fixes. — M. P. Medolaghi montre que la condition nécessaire et suffisante pour qu'un groupe continu (transitif) soit semblable à un des groupes de M. Picard (groupes qui se présentent dans la généralisation des fonctions analytiques), est qu'il contienne un sous-groupe transitif de transformations permutables. — M. Ribière établit que les efforts maximum de traction ou compression dans les massifs parallélépipédiques, efforts qui s'exercent à la surface, deviennent indépendants de l'épaisseur des massifs dès que cette épaisseur est comparable aux autres dimensions.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ch. Féry propose un nouvel étalon lumineux très pratique, constitué par une flamme d'acétylène brûlant à l'air libre à l'extrémité d'un tube d'environ 0^m,5 de diamètre. L'intensité de la flamme est proportionnelle à la hauteur de celle-ci dans des limites de 10 à 25 millimètres. — M. Louis Perrot a déterminé les forces électromotrices thermo-électriques entre le bismuth cristallisé et le cuivre; les deux métaux n'étaient pas soudés, mais simplement serrés fortement ensemble. La force électromotrice, pour une différence d'un degré entre les températures t et t' des soudures, va en augmentant avec la température entre 10 et 100°. Cette augmentation est plus rapide pour les soudures perpendiculaires au clivage principal du bismuth que pour les soudures parallèles. — M. L. Décombe a étudié, par le miroir tournant, l'étincelle explosive dans un diélectrique liquide. L'arrachement de particules solides incandescentes se produit à l'électrode négative comme à l'électrode positive, contrairement à ce qui a lieu dans l'air. — M. E. Goldstein rappelle qu'il avait déjà signalé antérieurement un certain nombre de faits relatifs par M. Deslandres dans ses travaux sur les rayons cathodiques. Il suppose, en outre, que le Soleil émet des rayons cathodiques qui, en rencontrant la Terre, produisent certaines anomalies difficilement explicables jusqu'à présent. — M. Marage étudie le timbre, la hauteur et l'intensité des voyelles parlées par le phonographe et leurs relations avec la vitesse de l'instrument ou les variations de ses organes. — M. P. Lebeau a traité l'émeraude au four électrique, en la mélangeant à du charbon ou à du carbure de calcium; dans le pre-

mier cas, les résultats ne sont pas satisfaisants; dans le second, on obtient un carbure dont on peut assez facilement isoler le glucinium. — M. Amand Valeur a déterminé les chaleurs de combustion d'un certain nombre de quinoxalines-oximes; elles sont, en général, supérieures de 60 calories aux chaleurs de combustion des quinoxalines correspondantes; mais elles sont inférieures à celles de leurs isomères, les dérivés nitrés des carbures. — M. Arnaud revient sur le dédoublement de l'ouabaine par hydrolyse. Les deux corps qui se forment sont bien, d'une part, le rhamnose, d'autre part une résine qui, déshydratée, possède la formule $C^{12}H^{10}O^4$. — M. V. Thomas a étudié l'action chlorurante du chlorure ferrique sur les carbures de la série aromatique; avec le benzène, on obtient tous les dérivés jusqu'à l'hexachlorobenzène; avec les benzènes substitués, la chloruration se fait toujours sur le noyau aromatique. Avec les bromures aromatiques, on obtient des chlorobromures. — M. J. Cavallier a préparé les diéthers phosphoriques PO^2R^2H ; ils agissent comme des acides forts et font venir la méthylorange et la phaléine. Ils donnent un sel de baryum très soluble et un sel de plomb très cristallisable. — MM. Adrian et Trillat ont préparé des phosphoglycérols acides en décomposant les sels neutres correspondants, soit par l'acide sulfurique, soit par un sulfate soluble. Ils sont très solubles dans l'eau, ne cristallisent pas et se décomposent à l'ébullition en acide phosphorique et glycérine. Ils peuvent servir à la préparation des phosphoglycérols organiques. — M. Henri Poittevin conclut de ses recherches sur la saccharification de l'amidon: 1^{re} La transformation de l'amidon en maltose est le résultat de deux opérations distinctes; l'amidon donne d'abord de la dextrine, qui donne à son tour du maltose; 2^{de} il n'existe entre les diverses dextrines que des différences d'état physique; 3^{de} la gélatinisation atténue les différences qui existent naturellement entre les diverses parties du granule d'amidon, mais ne les fait pas disparaître; les portions les plus fortement aggrégées du granule donnent un emploi plus difficile à dextriniser et une dextrine plus difficile à convertir en maltose. — MM. A. Dastre et N. Floresco ont soumis le foie débarrassé de sang à la digestion papainique en milieu neutre; ils en ont retiré: d'une part, un pigment aqueux qui est un mélange de ferrine et de nucléo-albuminoïdes ferrugineux; d'autre part, un dépôt gris-cendré, soluble dans le chloroforme en jaune-rouge et appelé choléchrome. — M. J. Laborde a étudié les ferments des maladies des vins. Il les a isolés des vins malades et les a cultivés sur gélatine; là, ils ont formé soit des colonies disséminées dans toute la masse (anaérobies), soit des colonies de surfaces (aérobies). Tous ces ferments, placés dans le moût en fermentation, s'y sont développés; ils ont fait disparaître le sucre et ont produit de la mannite et de l'acidité fixe et volatile. — M. Margfroy adresse une réclamation de priorité relativement à la méthode de M. D. Berthelot, pour la détermination rigoureuse des poids moléculaires des gaz.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — M. G. Darboux fils montre que, chez les Aphroditides, les élytres ne sont pas les homologues des cirres dorsaux. D'autre part, les branchies des Sigaliens, existant sur tous les segments, ne sont pas homologues aux branchies des *Acholar* (Polynoidiens). — M. H. Lutz a nourri des plantes phanérogames avec des amines, des sels d'ammonium composés et des alcaloïdes. Les amines grasses simples sont assimilées directement et forment un excellent aliment; les amines aromatiques, les sels d'ammonium composés, les alcaloïdes sont inassimilables directement; ils provoquent, en outre, chez les plantes, une perte d'azote initial à l'état gazeux. — MM. C.-J. Salomonsen et Th. Madsen ont constaté que l'injection de pilocarpine à un cheval immunisé contre la diphtérie augmente fortement le pouvoir antidiphtérique. Cette expérience confirme les vues des auteurs d'après lesquelles l'antitoxine est le produit de sécrétion de certaines cellules dont l'activité peut être excitée par des poisons.

Séance du 2 Mai 1898.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. R. Gautier a calculé les éphémérides de la première comète périodique de Tempel (1867 II) pour 1898, en tenant compte de l'influence perturbatrice de Jupiter. L'opposition a eu lieu le 12 mars dernier; le passage au périhélie aura lieu vers le 4 octobre. — M. Jean Mascart montre l'application de la méthode de Lejeune-Dirichlet sur les fractions continues à la recherche des relations de commensurabilité entre les moyens mouvements planétaires; il fait une application aux satellites de Saturne. — M. José Ruiz Castizo adresse un mémoire sur un nouvel intégrateur général pour les trois ordres $fydr$, fy^2dr , fy^3dr , intégromètre cartésien à évaluation tangentielle. — M. Maurice Lévy démontre que, pour le triangle, la règle du trapèze donne les mêmes valeurs que la théorie mathématique de l'élasticité; pour le rectangle, elle donne des valeurs plus défavorables, par suite plus avantageuses, au point de vue de la sécurité; donc, dans les deux cas, on peut la maintenir.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. D. Berthelot, répondant à une réclamation de priorité de M. Margfroy, fait remarquer que le seul point nouveau qu'il a mis en lumière, la relation de la compressibilité d'un gaz avec sa densité et son poids moléculaire, est en contradiction avec l'ouvrage de M. Margfroy. — M. G.-C. Schmidt communique quelques chiffres numériques relatifs à la décharge des conducteurs électrisés au moyen des radiations émises par le thorium et ses composés. — M. G. Moreau étudie les cycles de torsion magnétique d'un fil d'acier. Les constantes élastiques du fil tordu ne sont pas modifiées par l'action magnétique, qui caractérise simplement l'état de torsion du fil. — M. E. Ducretet présente un poste récepteur pour la télégraphie hertzienne sans fils. Un tube Branly frappé par les radiations devient conducteur et ferme, par suite, le circuit d'un relais qui commande un enregistreur télégraphique à signaux Morse; celui-ci est automatique et ne nécessite pas la présence constante d'un télégraphiste. — M. G. Bredig rappelle, à l'occasion d'une communication de M. Legrand sur la conductibilité du permanganate de potasse, que lui, puis MM. Frank et Lovén se sont déjà livrés à des recherches analogues; MM. Bouty, de même. — M. A. Poincaré termine l'étude de l'effet des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère et donne quelques exemples de l'application aux formules. — MM. A. Carnot et Goutal ont recherché l'état où se trouvent le silicium et le chrome dans les produits sidérurgiques. Il existe deux combinaisons de fer et de silicium correspondant aux formules $SiFe$ et $SiFe^2$; lorsque les produits sont riches en manganèse, il peut exister un silicure de la forme SiM^2 . M. représentant la somme du fer et du manganèse. Le chrome paraît exister à l'état de carbure CrC^2 , qui s'unit au carbure de fer $CrFe^3$ en proportions diverses. — M. P. Lebeau a obtenu, par l'action de l'acide iodhydrique sur le carbure de glucinium à 700°, un iode de formule GI^2 en beaux cristaux transparents. Ce nouvel iode est très actif; il réagit sur un grand nombre de corps et pourra servir à préparer avec facilité de nouveaux composés du glucinium, tels que le phosphure, le sulfure et le cyanure. Il s'unit avec facilité aux composés organiques. — M. Edm. Bonjean a constaté que les vignes cultivées dans les terrains salés de l'Oranie absorbent avec facilité les chlorures de sodium et de potassium du sol, lesquels se retrouvent dans le jus de raisin et dans le vin; la proportion peut aller jusqu'à 48,5 de chlore par litre. — M. G. Denigès indique une nouvelle réaction des alcools tertiaires et de leurs éthers; ces corps, chauffés avec le sulfate de mercure, se déshydratent en donnant des carbures éthéniques qui se combinent avec de nouvelles molécules de sulfate de mercure pour former des composés caractéristiques déjà étudiés par l'auteur. — M. A. Haller et A. Guyot indiquent les propriétés des acides diméthyl et diéthyl-

amido-orthobenzoylbenzoïque. Soumis à l'action des réducteurs, ils donnent tous deux une phthalide, et si l'action se prolonge, un acide amidobenzylbenzoïque. Les auteurs ont préparé des sels et des éthers de ces acides. — M. Arnaud a obtenu, par l'action de l'eau seule ou des alcalis sur l'ouabaine à chaud, un dérivé hydraté acide, qu'il appelle acide ouabaique, de formule $C^{20}H^{40}O^{12}$. Il donne des sels avec le sodium, le baryum, le plomb, etc.; il fond vers 233° et possède un pouvoir rotatoire lévogyre; les acides minéraux l'hydrolysent. — M. F. Bodroux a étudié l'action du brome en présence du bromure d'aluminium sur quelques phénols; avec les monophénols, on obtient, dans tous les cas, les dérivés perbromés; avec les nitrophénols, on n'obtient que des substitutions partielles dans le noyau. — M. J. Cavalier discute les chiffres obtenus par M. Beugnot dans la neutralisation des monoéthers phosphoriques; la chaleur dégagée par l'adjonction d'une troisième molécule de potasse (2,8 cal.) lui paraît beaucoup trop élevée; avec les diverses bases, il n'a jamais obtenu que des nombres très faibles, ne dépassant pas 0,8 calorie. — M. Balland a déterminé la composition des avoines dites *chocolatées* à cause de la nuance du grain, nuance qui semble provenir de l'action d'un soleil vif sur des grains mouillés. Ces avoines ont la même composition que les avoines blanches ordinaires.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Ollier indique les modifications subies, au bout d'un grand nombre d'années, par les greffes auto-plastiques, ou greffes obtenues au moyen de larges lambeaux de peau découpés sur les parties saines du sujet et comprenant la plus grande partie de l'épaisseur du derme. On remarque, en particulier, que ces grands lambeaux, au lieu de se rétracter comme la peau dans la cicatrisation naturelle, sont plus grands qu'au moment de leur implantation. — M. F.-J. Bosc a cultivé, sur du sang rendu incoagulable, les parasites du cancer; ceux-ci appartiennent à la classe des Sporozoaires et présentent un dimorphisme évolutif non douteux. En inoculant à des animaux les formes de résistance, on a obtenu des tumeurs identiques aux tumeurs spontanées. — M. J.-J. Andeer a constaté que la phloroglucine en solution chlorhydrique décalcifie complètement les os, tout en respectant leur structure histique; tout l'acide carbonique se dégage et il ne reste plus que l'ostéine. — MM. A. Milne-Edwards et E.-L. Bouvier comparent les résultats des campagnes scientifiques effectuées par le *Travailleur* et le *Talisman* à celles du Prince de Monaco, spécialement au point de vue des Crustacés brachyures et anomoures récoltés. Les plus belles captures ont été faites autrefois; il y aurait lieu de modifier les méthodes actuellement en usage si l'on veut recueillir maintenant de nouvelles espèces. — M. J. Wiesner a constaté que des plantes appartenant à des familles très diverses, telles que *Ruscus odorata*, *Impatiens Balsamina*, *Tropaeolum majus* et *Ipomoea purpurea* peuvent se développer complètement à la lumière diffuse. — MM. F. Bordas, Joulin et de Raczkowski ont cultivé le bacille de l'amertume sur milieu minéral peptoné, auquel on avait ajouté différents corps hydrocarbonés. Ils concluent que ce bacille agit sur la glycérine en donnant des acides acétique et butyrique, que le glucose en donnant de l'acide lactique. Il agit légèrement sur le tartre.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Avril 1898.

M. Ch. Richet est élu membre titulaire dans la Section d'Anatomie et Physiologie. — M. A. Laveran présente un appareil, dû à MM. Barthélemy et Durafort, et destiné à pratiquer des inhalations de gaz ou de vapeurs. — L'Académie émet l'avis que la rougeole, la lèpre et la dysenterie soient ajoutés sur la liste des maladies transmissibles dont la déclaration sera désormais obligatoire dans les colonies françaises. — Après

un discours de M. Hervieux. L'Académie, — considérant : 1° que la variole règne depuis un temps immémorial dans les colonies françaises; 2° qu'elle y détermine chaque année une mortalité plus ou moins considérable; 3° que, devenant ainsi une cause de dépopulation, elle porte une atteinte plus ou moins sérieuse au développement et à la prospérité de nos colonies, mais aussi à l'état sanitaire de nos garnisons coloniales; — émet le vœu qu'une circulaire ministérielle rappelle aux autorités administratives qu'elles ont le droit, en vertu de la loi du 5 avril 1884, d'imposer l'obligation vaccinale aux colonies éprouvées par les épidémies et les épidémies varioliques. — M. le Dr H. Barré lit un travail intitulé : « Dangers des maladies de viande dans l'alimentation du soldat en campagne. » — M. Chippault donne lecture d'un mémoire sur le « Traitement de l'épilepsie par la résection complète des ganglions cervicaux supérieurs des sympathiques ». — M. Galezowski lit un travail intitulé : « Pathogénie du recollement rétinien, son traitement par la ciliotomie de la glace. »

Séance du 12 Avril 1898.

M. le Président annonce le décès de M. Worms, membre titulaire. — M. Baillet (de Toulouse) est élu associé national. — M. Georges Hayem analyse un travail de M. Tuffier intitulé : « De la gastro-entérostomie dans les rétrécissements non cancéreux du pylore. » L'auteur pense qu'on a recours trop souvent à cette opération, qui n'est pas sans présenter de grands dangers. Dans les cas de sténose légère, elle est inutile; dans les cas de sténose moyenne ou un peu serrée, elle ne devra être pratiquée que si un traitement médical bien conduit a échoué. Le rapporteur pense que les chirurgiens feraient bien de chercher à éviter le reflux de la bile dans l'estomac, qui est souvent la suite de l'opération. — MM. A. Mossé et Cathala ont observé chez un nourrisson, atteint d'athrésie infantile, un goitre congénital. La mère avait été soumise au traitement thyroïdien pendant trois mois, le goitre a complètement disparu chez l'enfant, qui est devenu très vigoureux.

Séance du 19 Avril 1898.

M. le Président annonce le décès de M. West, associé étranger, et de M. E. Seguin, correspondant étranger. — MM. A. Raillet et Morot ont observé, à Troyes, parmi des animaux de l'espèce bovine, une centaine de cas d'échinococque multiloculaire. C'est la première fois qu'on observe cette affection en France; on la croyait jusqu'à présent localisée en Bavière, au Tyrol et en Suisse. — M. Pr. Lemaitre a constaté, dans les grands épanchements purulents thoraciques gauches, que les gaz de l'estomac et de l'intestin sont souvent cause d'erreur de diagnostic sur la quantité de liquide inclus dans la plèvre; il faut, dans ce cas, s'assurer du tympanisme abdominal. — MM. Combemale et H. Gaudier envoient un mémoire relatif à un cas de goitre exophthalmique et à l'action de la sympathicotonie sur l'exorbitisme et la tachycardie. — M. Jonnesco lit un mémoire sur la résection du sympathique cervical dans le traitement de l'épilepsie, du goitre exophthalmique et du glaucome. — M. Rousseau-Saint-Philippe donne lecture d'un travail sur les bons effets de l'iode d'arsenic chez les enfants lymphatiques et scrofuleux.

Séance du 26 Avril 1898.

MM. Pinard, Varnier et Vaillant présentent de belles radiographies obtenues avec des poses allant de 3 secondes pour la main, à 70 secondes pour le bassin. — M. Hallopeau présente un nouveau spéculum rhinopharyngien, dû à M. Chambellan. — L'Académie émet l'avis que la lépre soit inscrite, en Algérie, sur la liste des maladies transmissibles dans la déclaration à l'autorité est obligatoire. — M. Duvernet lit une note sur l'utilité de l'examen des enfants des nourrices pour la prophylaxie des maladies contagieuses. — M. M. de Fleury donne lecture de quelques remarques sur le traitement médical de l'épilepsie. — M. Tuffier lit un

travail sur une maladie générale caractérisée par une infériorité physiologique des tissus.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 2 Avril 1898.

MM. Gilbert et Garnier ont constaté que le traitement de la chlorose par la moelle osseuse n'a aucune efficacité. Le protolaxate de fer et des douches, au contraire, leur ont toujours donné de bons résultats. — MM. Vidal et Sicard confirment les observations de M. Nicolle sur l'agglutination des bacilles typhiques morts; mais il s'agit là d'un phénomène différent de celui de l'agglutination des cultures vivantes. — M. Grimbart a constaté que le bactérium coli et le bacille d'Eberth ne font fermenter les nitrates que lorsqu'ils sont associés à des bactéries capables d'attaquer les nitrates. — MM. Doyon et Dufourt ont étudié les effets de la ligature de l'artère hépatique et de la veine porte. Quand les animaux survivent à la ligature de l'artère hépatique, c'est que les collatérales sont très développées; en tout cas, on observe une diminution du rapport de l'urée à l'azote, phénomène qui n'a pas lieu pour la ligature de la veine porte. — M^{le} Joteyko adresse un travail sur la circulation sanguine dans le muscle. — M. Queyrat a observé, chez l'homme, un cancer mélanique du pénis, lequel, inoculé à un singe, a produit un cancer mélanique du foie. — M. Abeloos envoie une note sur le pouvoir antioxygène des organes vis-à-vis de la strychnine. — M. Péron rapporte un cas de cirrhose tuberculeuse avec ictere chronique et splénomégalie.

M. Camus est élu membre de la Société.

Séance du 23 Avril 1898.

M. Sabrazès a observé que le bacille de Koch ne s'est pas développé, au bout de deux mois et demi, dans du lait stérilisé maintenu à 39°. Mais il reste néanmoins vivant, comme le montre l'inoculation postérieure au cobaye. — MM. Dastre et Floresco ont observé que l'inoculation de bile et de peptone ou d'urine et de peptone ne rend pas le sang incoagulable, alors que l'injection de peptone seule produit cet effet. — MM. Berger et Lœvy exposent une théorie d'après laquelle le sommeil résulterait en partie de l'interruption de la conduction des neurones, en partie de l'auto-intoxication des substances narcotiques du sommeil. — M. Retterer établit que l'ossification du pisiforme se fait par deux points, dont le second peut être très tardif. — M. Péron a remarqué que la tuberculose expérimentale du foie chez le chien peut amener la dégénérescence graisseuse totale. — M. Féré signale des attaques de rire convulsif, suivies d'un état de stupeur, chez un épileptique. — M. Bosc a constaté certaines anomalies du pied du cheval au moyen de la radiographie. — M. de Bourgade présente des radiographies de sujets vivants et morts et montre la différence des ombres. La radiographie pourra donc permettre de déceler la mort dans certains cas de pseudo-léthargie. — M. Cousin envoie une note sur la nature biologique de l'endothélium vasculaire.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Mars 1898.

M. G. Sagnac a étudié la transformation des rayons X par diffusion. Tout corps frappé par les rayons X émet lui-même des rayons de propriétés analogues, que M. Sagnac a appelés rayons secondaires; ils sont moins pénétrants que les rayons incidents. On peut constater ces rayons du côté de la surface d'entrée et aussi, si les rayons X traversent toute l'épaisseur du corps, du côté de la surface de sortie. L'émission des rayons secondaires se fait dans une couche de matière adhérente aux surfaces d'entrée et de sortie. L'épaisseur de cette couche varie beaucoup avec la nature du corps : elle dépasse 1 millimètre dans le cas de l'aluminium et des

cent à 1/2 millièmè de millimètre dans l'or. Enfin, certains corps très transparents, tels que la paraffine, l'eau, l'air atmosphérique, émettent des rayons secondaires dans toute leur masse, sous des épaisseurs moyennes. A l'aide d'un électroscope, M. Sagnac a pu reconnaître que l'air, dans un volume limité, émet dans toutes les directions, et même normalement aux rayons X incidents, des rayons secondaires qui sont seulement un peu moins pénétrants que les rayons excitateurs. L'action *apparente* sur un récepteur quelconque, quand on interpose un corps quelconque sur le trajet des rayons X, est donc un effet complexe, résultant de la superposition des rayons X et des rayons secondaires émis par le corps; l'absorption des rayons X incidents diminue l'effet total, mais cette absorption peut être compensée par l'action secondaire, de façon que l'effet total *augmente*. Les rayons secondaires étant émis dans tous les sens, la quantité de ces rayons qui frappera le récepteur (électroscope, plaque photographique) varie avec la position du corps interposé; la *transparence apparente d'un corps aux rayons dépend donc de sa distance au récepteur*. L'ordre des écrans n'est pas non plus indifférent; on peut observer des changements considérables quand on renverse cet ordre, par suite de la dissémination des rayons secondaires et de leur absorption par l'air. On n'obtiendra de résultats ayant un sens précis qu'en plaçant les écrans assez loin du récepteur pour que l'effet secondaire soit négligeable; c'est dans ces conditions seulement qu'on peut espérer déterminer la loi de l'absorption propre des différents corps pour les rayons X. Les effets observés varient avec le récepteur utilisé : l'électroscope et la plaque photographique distinguent bien mieux que le platino-cyanure de baryum les différents rayons secondaires, inégalement pénétrants, qu'émettent les différents corps; l'influence de la distance et de l'ordre des écrans est beaucoup plus facile à manifester avec ces récepteurs qu'avec l'écran fluorescent. La cause en est que le platino-cyanure de baryum utilise une fraction de l'énergie incidente plus importante que celle qui est absorbée et transformée par l'électroscope ou la plaque photographique. Il se rapproche, à ce point de vue, du *bolomètre à rayons X*, que l'on peut construire en utilisant l'échauffement des métaux sous l'action des rayons X, et qui a été récemment étudié par M. Born. Ce bolomètre, qui mesurerait assez exactement l'énergie des radiations, montrerait probablement que l'énergie des rayons secondaires S est une fraction assez faible de celle des rayons X excitateurs. Le faible pouvoir de pénétration des rayons S, leur mode d'action sur les différents récepteurs, montrent qu'en exposant une lame de matière aux rayons X d'une lame focus on doit obtenir des phénomènes analogues à ceux que présenterait la même lame servant d'anticathode dans un tube plus doux. Peut-être obtiendra-t-on des rayons X aussi peu pénétrants que les rayons secondaires de l'or ou du plomb, en laissant sortir les rayons d'un tube doux, à travers une paroi très mince et très transparente. — M. A. Broca fait connaître quelques propriétés des décharges électriques dans le champ magnétique. La découverte de M. Zeemann montre que les molécules qui vibrent dans une flamme prennent, dans un champ magnétique, deux sortes de mouvements. Les unes oscillent rectilignement dans la direction du champ magnétique, les autres circulairement autour de cette direction. C'est ce qu'on retrouve en faisant la théorie de molécules chargées, c'est-à-dire d'ions, telle que l'a développée M. Lorentz. Une vérification de l'existence de ces ions nous est fournie par l'expérience de M. Villari, qui prouve que les gaz de la flamme perdent la propriété de décharger les corps électrisés quand ils passent dans un ozoniseur. Si, comme le pensent la plupart des physiciens anglais, les phénomènes que l'on observe dans les tubes à vide sont dus à des molécules chargées, il est naturel de penser qu'on devra retrouver ces deux sortes de mouvements dans les flux cathodiques de tubes placés dans un

champ magnétique. M. Birkeland a observé que les rayons cathodiques suivent la direction du champ quand celui-ci est assez puissant; d'autre part, on sait que les rayons cathodiques s'enroulent autour d'un champ magnétique. On connaîtrait donc deux espèces de rayons cathodiques; c'est ce qu'a vérifié M. Broca; certains rayons s'enroulent autour d'un champ intense; d'autres s'allongent suivant ce champ; ces rayons sont indépendants les uns des autres; M. Broca les appelle respectivement rayons de première et de seconde espèce. On peut les observer dans une ampoule sphérique ayant une cathode sphérique centrale en aluminium et un écran diamétral en verre, très habilement construite par M. Chabaud. Pour une certaine valeur du champ apparaissent simultanément une ligne brillante étroite dans le sens des lignes de force et, sur l'écran diamétral, deux lueurs, l'une jaune, l'autre verte, en forme de carène très aplatie, qui sont dues à des flux cathodiques tournant dans le sens du courant excitateur. Des phénomènes analogues s'observent encore dans des ampoules sphériques de Geissler, portant deux électrodes sphériques; si l'énergie mise en jeu est suffisante; enfin, dans l'arc dû à une bobine puissante, on voit la flamme se contourner en un hélicoïde, qui peut prendre des formes très spéciales. M. Broca considère que tous ces phénomènes mettent en évidence, dans tout champ magnétique, un double mouvement des ions, rectiligne et circulaire, les phénomènes étant plus nets et plus facilement observables dans les tubes à vide, à cause de l'absence de réactions.

Séance du 1^{er} Avril 1898.

M. G. Charpy : *Influence du temps sur les déformations permanentes des métaux*. On sait que la déformation produite par une force donnée sur un fragment de métal dépend du temps pendant lequel agit cette force. Ce phénomène est plus ou moins marqué, suivant la nature du métal : très sensible avec le plomb, il devient presque inappréciable avec le cuivre rouge, dans les conditions ordinaires d'essai. M. Charpy étudie ce dernier cas, qui est particulièrement intéressant, parce que l'on utilise l'écrasement de cylindres de cuivre (*crushers*) pour mesurer les pressions explosives soit dans des espaces clos, soit dans les bouches à feu, et que l'on écrase alors ces *crushers* dans des temps infiniment plus courts que ceux qui se rencontrent dans les expériences de tarage. Des expériences effectuées au moyen d'un appareil permettant de faire varier la durée d'écrasement depuis plusieurs minutes jusqu'à $\frac{1}{10}$ de seconde, il résulte que l'écrasement produit par une charge donnée est d'autant plus faible que la durée d'action de la charge est plus courte, tant que l'on n'atteint pas les durées pour lesquelles se présente le phénomène que MM. Sarrau et Vieille ont appelé *fonctionnement dynamique*. L'étude de l'écrasement produit par une charge constante agissant sans vitesse initiale permet de retrouver également cette influence du temps. Il résulterait de là que les pressions explosives, évaluées au moyen des cylindres *crushers* avec les tables de tarage usitées actuellement, sont trop faibles et doivent être multipliées par un coefficient dont on ne connaît encore que l'ordre de grandeur et qui doit être compris entre 1,1 et 1,2. — M. M. Lamotte expose la théorie proposée récemment par M. Bunte pour expliquer le *fonctionnement du manchon Auer*. Tous les manchons actuellement en usage présentent à peu près la même composition, soit 98 à 99 % d'oxyde de thorium et 2 % d'oxyde de cérium et des traces d'autres matières, qui ne jouent qu'un rôle tout à fait secondaire. Le pouvoir éclairant des manchons n'est pas dû à un pouvoir émissif spécial, comme M. Bunte s'en est assuré, en observant directement l'émission des oxydes de thorium et de cérium et de la magnésie, du charbon de cornues, chauffés dans un four électrique à une température de 2.000° environ. Le

pouvoir éclairant résulte seulement de la haute température à laquelle le manchon se trouve porté et qui est due, d'une part, aux propriétés catalytiques de l'oxyde de cérium, d'autre part à l'extrême division de celui-ci. La présence de l'oxyde de cérium abaisse, en effet, la température d'inflammation du mélange d'oxygène et d'hydrogène de 650° à 350°; la combustion en est donc fortement activée dans le voisinage du manchon et une grande quantité de chaleur est dégagée. L'oxyde de thorium forme une masse boursoufflée, constituée par un grand nombre de filaments très fins, sur lesquels se trouve disséminé l'oxyde de cérium. Grâce à la mauvaise conductibilité de ces filaments fins, la chaleur, au lieu de se dissiper rapidement dans la masse, se concentre, et le manchon est porté à une température élevée. Il est certain que les deux éléments concourent au phénomène, car les manchons en oxyde de thorium pur ou en oxyde de cérium pur donnent dix à vingt fois moins de lumière que les manchons constitués par le mélange ci-dessus. M. A. Broca demande si la théorie de M. Bunte fournit une explication de la surabondance des rayons verts, qu'on constate dans le spectre du bec Auer. M. Lamotte répond que cette explication n'est pas donnée dans la théorie, mais qu'il n'y a pas lieu de tirer de là une objection, car on n'a jamais expliqué non plus pourquoi, dans le spectre solaire, il y a surabondance de rayons jaunes. M. H. Le Chatelier fait remarquer que cependant le spectre du bec Auer constitue une exception, car, en général, la proportion des diverses radiations dans le spectre d'un corps solide incandescent, est fonction seulement de la température. C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 25 Mars 1898.

M. A. Hébert a recherché dans diverses plantes la présence de l'acide cyanhydrique ainsi que celle des glucosides pouvant lui donner naissance, par l'action de ferments solubles hydrolysants. Il n'a trouvé que des quantités très faibles de cet acide. La théorie proposée par M. A. Gautier permet d'expliquer le rôle de cet acide; il concourt à la formation des albuminoïdes végétaux de la manière suivante: il y a réduction des nitrates par les hydrates de carbone formés dans les cellules chlorophylliennes et combinaison avec polymérisation de l'acide cyanhydrique avec les aldéhydes. — M. Ch. Friedel, en collaboration avec M. Gorgeu, a recherché quels étaient les produits de l'action du chlorure d'aluminium sur les carbures saturés. En opérant avec l'hexane normal, on obtient du pentane, du butane, du méthane en abondance, mélangés avec d'autres termes inférieurs. Il y a également dégagement d'hydrogène et destruction d'une partie de la matière avec formation de matière goudronneuse. — M. Bouveault a extrait, des parties volatiles de l'huile de bois, l'acétylfurfurane α qu'il a pu également préparer par synthèse. — M. O. Boudonard a obtenu, dans ses recherches sur les terres yttriques, une notable quantité de sulfate de néodyme, donnant un spectre d'absorption identique à celui qu'a donné M. Auer de Welsbach. Le sulfate double de néodyme et de potassium étant plus soluble que celui de praséodyme, M. Boudonard propose cette méthode de séparation à la place de celle qui utilise les cristallisations fractionnées des nitrates. — M. Urbain a séparé de l'yttria, par le sulfate de potasse, le didyme entraîné dans les têtes de fractionnements opérés à l'aide des éthylsulfates. — M. Joffre a étudié la solubilité du phosphate tricalcique dans l'eau pure et dans l'eau chargée d'acide carbonique. Il a reconnu également que l'apatite est beaucoup moins soluble que le phosphate tribasique. — MM. Flatau et Labbé ont extrait, de l'écorce d'orange fraîche, une certaine quantité de mannose. — M. A. Etard a étudié, en collaboration avec M. Bémont, les oxydes de cérium. — M. G. Bertrand a obtenu, avec 25 % de rendement,

de la dioxycétone cristallisée, en faisant agir la bactérie du sorbose sur la glycérine, en solution étendue. La dioxycétone cristallise soit sous sa forme simple $C_3H_4O_3$, soit sous forme polymérique $(C_3H_4O_3)_n$. Ce dernier composé est dissocié par l'eau, mais la dissociation n'est complète qu'à chaud. — M. Mouneyrat a reconnu que l'on peut chlorer l'acétylène sans explosion à la lumière diffuse; en l'absence d'oxygène libre, il se forme du tétrachlorure d'acétylène $CHCl_2-CHCl_2$. Si l'on bromine le bromure d'éthyle en présence du bromure d'aluminium, on obtient du bromure d'éthylène. La réaction poursuivie sur ce dernier composé conduit au tétrabromure d'acétylène. — MM. Paul Dutoit et L. Friderich ont déposé un mémoire sur la conductibilité des électrolytes dans les dissolvants organiques; M. P.-Th. Müller un travail sur la vitesse des réactions limitées, et M. V. Thomas une note sur l'absorption de l'oxyde nitrique par les sels ferreux; M. J. Boeseken une note sur la formation des cétones grasses aromatiques à l'aide du chlorure d'aluminium et M. G. Blanc une note sur le camphre et ses dérivés. E. CHARON.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES

Frank Mc Clean, F. R. S. : Comparaison des lignes de l'oxygène avec celles du spectre des étoiles à hélium. Distribution des étoiles australes jusqu'à la grandeur 3 1/2. — Dans une communication antérieure, l'auteur supposait que certaines lignes spéciales du spectre des étoiles à hélium de la Division I étaient dues à l'oxygène. Ces lignes sont peu distinctes dans le spectre des étoiles boréales; parmi les étoiles australes, plusieurs, en particulier β Crucis, présentent des lignes très définies. Si l'on superpose le spectre de β Crucis à celui de l'oxygène, on remarque une similitude parfaite entre les deux groupes de lignes; cette étoile présente donc bien le spectre de l'oxygène.

D'autre part, le spectre de γ Argus contient les deux lignes de l'hélium. Les étoiles de Wolf-Tayet, dont γ Argus est le principal exemple, sont donc des étoiles à hélium.

L'auteur donne ensuite un tableau des spectres de 416 étoiles de l'hémisphère austral jusqu'à la grandeur 3 1/2, et les classe d'après leurs caractères. Enfin, il indique la classification de toute la sphère. Il y a 89 étoiles à hélium (Division I), dont 71 dans les zones galactiques et 18 dans les surfaces polaires galactiques. Les 81 étoiles de la Division II (étoiles de Syrius) et de la Division III (étoiles de Procyon), qui, avec les étoiles de la Division I, forment le type I (de Secchi), sont distribuées irrégulièrement. Il n'y a pas de condensation d'étoiles des Divisions II et III dans les zones galactiques, comme c'est le cas pour la Division I. Les 106 étoiles des Divisions IV et V (types II et III de Secchi) sont, de même, distribuées également dans toute la sphère.

L'auteur conclut que les étoiles dont le type de spectre est le plus développé sont également distribuées dans l'espace. Celles dont le spectre est moins avancé sont condensées dans les zones galactiques.

C. Chree, F. R. S. : Comparaison d'instruments magnétiques à l'Observatoire de Kew. — En juillet dernier, M. Moureaux, astronome à l'Observatoire du Parc-Saint-Maur, apportait en Angleterre les instruments de voyage utilisés par le Service magnétique de France, et les soumettait à une comparaison avec les étalons de l'Observatoire de Kew. La comparaison servait en même temps pour les étalons français du Parc-Saint-Maur, ceux-ci concordant parfaitement avec les instruments de voyage.

Les observations étaient faites le matin par M. Moureaux, avec ses instruments. L'après-midi par M. Baker, avec les instruments de Kew. Ces observations, faites à différentes heures, étaient rendues comparables par

l'intermédiaire des courbes tracées par les instruments enregistreurs.

Les moyennes des lectures de la déclinaison et de l'inclinaison faites aux instruments de Kew dépassent les moyennes des instruments de M. Moureaux respectivement de 0',5 et 2',0. Mais la force horizontale moyenne déduite des instruments de Kew est inférieure de 0,00012 unité C. G. S. à celle de M. Moureaux. Les comparaisons ont été étendues aux instruments des principaux observatoires anglais et irlandais, au moyen d'une table dressée en 1895, par MM. Rücker et Watson. Les résultats peuvent être figurés comme suit (tableau I), si on les rapporte à un instrument imaginaire, qui serait la moyenne des instruments des observatoires indiqués :

Tableau I. — Résultat de la comparaison d'instruments magnétiques à l'Observatoire de Kew.

OBSERVATOIRES	ÉCART AVEC UN INSTRUMENT IMAGINAIRE, MOYENNE DES CINQ OBSERVATOIRES		
	Déclinaison	Force horiz. $\times 10^5$ unités C. G. S.	Inclinaison
Kew.	+ 0',2	— 1	+ 0',2
Parc-Saint-Maur.	— 0',3	+ 11	— 1',8
Falmouth	+ 1',0	+ 47	+ 1',8
Stonyhurst.	— 0',9	+ 5	— 2',0
Valencia.	+ 0',2	— 30	+ 2',0

2^e SCIENCES PHYSIQUES

Andrew Gray, F.R.S., et J.-J. Dobbie : Relations entre les propriétés électriques et la composition chimique de différentes espèces de verre. — Les espèces de verre employées dans les expériences ont été fabriquées par MM. Schott et C^{ie}, d'Iéna, et MM. Powell et fils, de Londres. Elles ont été préparées soit en forme de ballons, soit en forme de plaques minces.

La détermination de la conductibilité se fait de la

col; l'autre borne est reliée au bain de mercure extérieur; on s'assure que le courant passe bien à travers le verre, et qu'il n'existe, à la surface du ballon, aucune couche d'humidité occasionnant des pertes de courant. La conductibilité se calcule d'après la déviation du galvanomètre, la surface et l'épaisseur du verre traversé par le courant.

Pour la mesure de la capacité, un électromètre à quadrant est relié à un condensateur à air de Lord Kelvin, chargé à une différence de potentiel d'environ 24 volts. Après la première lecture, le condensateur est relié en parallèle avec le spécimen de verre pendant un très court espace de temps (1/30000 de seconde), déterminé par un pendule sylographe; on fait ensuite une seconde lecture.

Les plaques de verre sont réduites à une épaisseur de 0,24 centimètres, puis recouvertes des deux côtés, jusqu'à 1 centimètre des bords, d'une couche d'argent. La plaque est alors posée sur une plaque de cuivre, reposant sur le fond d'une boîte en fer; on recouvre la plaque de verre d'une autre plaque de cuivre, maintenue par un poids. Les deux bornes d'un circuit sont reliées aux deux plaques de cuivre.

Les résultats des expériences des auteurs sont consignés dans le tableau II.

De leurs expériences antérieures, les auteurs avaient conclu que la conductibilité électrique du verre diminue quand la proportion de plomb augmente et augmente quand la proportion de soude diminue. Le verre qui possédait la plus grande résistance (8.400 $\times 10^{10}$ ohms) contenait 40,5 % de PbO, 7,5 % de K²O et 2,1 % de Na²O. Les deux verres de plomb étudiés ici contiennent un peu plus de plomb, mais n'ont que des traces de soude; leur résistance est trop haute pour être mesurée. Il est difficile de dire en quelles proportions l'augmentation du plomb et l'élimination de la soude ont contribué à ce résultat. Le verre de baryum a une résistance supérieure à celle des verres de plomb, mais le baryum n'en est pas la seule cause; l'acide borique qui se trouve dans ce verre a aussi son influence. Le verre de zinc possède une faible résistance, comme on pouvait le prévoir d'après sa teneur en soude et sa composition complexe.

Tableau II. — Propriétés électriques et composition chimique de différentes espèces de verre.

N ^o du spécimen	DESCRIPTION DU VERRE	DENSITÉ	RÉSISTANCE SPÉCIFIQUE	CAPACITÉ inductive spécifique	COMPOSITION	REMARQUES
XXI ballon	Verre de plomb et potasse, fabriqué par MM. Powell et fils.	3,495	Trop forte pour être mesurée; certainement au-dessus de 18.000×10^{10} à 130°.	7,966 à 15° C. 7,639 à 120° C.	22 SiO ² , 5 PbO, 2 K ² O	Effets d'absorption très marqués.
XXII plaque	Verre de plomb et de potasse, fabriqué par MM. Schott et C ^{ie} .	3,591	Trop forte pour être mesurée; certainement au-dessus de 35.000×10^{10} jusqu'à 135°.	7,991 à 14° C.	17 SiO ² , 5 PbO, 2 K ² O	Légère absorption.
XXIII plaque	Verre de baryum, fabriqué par MM. Schott et C ^{ie} .	3,565	Trop forte pour être mesurée; certainement au-dessus de 59.000×10^{10} jusqu'à 110°.	8,5 ne variant pas par la température.	28 SiO ² , 16 BaO, 3 Al ² O ³ , 9 B ² O ³	Aucune trace de polarisation.
XXIV ballon	Verre de zinc et de soude, fabriqué par MM. Schott et C ^{ie} .	3,493	$596,5 \times 10^{10}$ à 34° C. $0,200 \times 10^{10}$ à 140° C.	7,51 à 15° C. Conduction trop grande aux températures élevées.	20 SiO ² , 2 ZnO, 2 MgO 3 Na ² O, 2 B ² O ³	Absorption considérable.

manière suivante : Les ballons sont remplis de mercure jusqu'à la base du col, puis plongés dans un bain de mercure de façon à ce que le niveau du mercure à l'intérieur et à l'extérieur soit sur un même plan. Une des bornes d'un circuit, contenant une batterie de trente piles et un galvanomètre très sensible, est mise en relation avec l'intérieur du ballon par un fil traversant le

V.-H. Veley, F.R.S., et J.-J. Mantley : La conductibilité électrique de l'acide nitrique. — Les auteurs ont déterminé la conductibilité électrique de l'acide nitrique, débarrassé d'acide nitreux, d'acide sulfurique et d'acides halogénés, pour des concentrations allant de 1,3 à 99,97 %; ils ont dû adopter des méthodes et des appareils spéciaux pour parer aux dif-

fiicultés dues à la polarisation de l'acide concentré. L'acide nitrique pratiquement anhydre n'a pas d'action, soit à froid, soit à chaud, sur le cuivre, l'argent, le cadmium, le mercure, le magnésium, le fer, l'étain, le carbonate de chaux. Il dissout à chaud le soufre et la pyrite de fer.

Les auteurs donnent la densité, la conductibilité électrique et la valeur des coefficients α et β de l'équation $R = R_0(1 - \alpha t + \beta t^2)$ pour des acides de diverses concentrations. Comme les autres électrolytes, l'acide nitrique possède un coefficient thermique de conductibilité positif pour toutes les concentrations jusqu'à 96,12 %; à partir de ce point, il se comporte comme un conducteur métallique.

Les auteurs ont enfin constaté l'existence d'hydrates contenant $10H_2O$, $3H_2O$, $2H_2O$ et H_2O pour une molécule de HNO_3 , et une molécule de H_2O pour $2AzHO_3$, soit $H^+Az_2O_3$.

3^e SCIENCES NATURELLES

J. N. Langley, F. R. S. : Note sur la réunion expérimentale du nerf vague avec les cellules du ganglion cervical supérieur. — Deux expériences ont été faites sur des chats. L'extrémité centrale du nerf vague, sectionnée un peu au-dessus du larynx, est reliée à l'extrémité périphérique du sympathique cervical. Le but de l'expérience était de montrer si les fibres du nerf vague sont capables de former des connexions avec l'une des structures auxquelles les fibres du nerf spinal du sympathique cervical sont normalement réunies. Les résultats sont concluants. Le temps nécessaire à la régénération fut, dans un cas, de soixante-treize jours, dans l'autre, de cent vingt-trois jours. Après cette période, on procéda à la stimulation des nerfs pendant l'anesthésie.

L'excitation du sympathique dans la région inférieure du cou ne donna aucun effet; l'extrémité centrale du sympathique n'a donc formé aucune connexion fonctionnelle avec l'extrémité périphérique. L'excitation du sympathique un peu au-dessus du ganglion cervical supérieur provoqua des réflexes analogues à ceux produits par l'excitation du nerf vague. Ceux-ci cessèrent par la section du nerf vague tout près du ganglion du tronc. Donc les fibres afférentes du nerf vague se sont développées parmi les fibres de l'extrémité périphérique du sympathique ou se sont jointes à elles.

L'excitation du nerf vague un peu au-dessus du ganglion du tronc produit la dilatation de la pupille, la contraction des artères de l'oreille, l'érection des poils de la face, la sécrétion de la glande sub-maxillaire, et les autres effets normalement provoqués par l'excitation du sympathique cervical. Donc, les fibres efférentes du nerf vague se sont, soit développées le long de l'extrémité périphérique du sympathique, en formant des terminaisons nerveuses autour des cellules du ganglion cervical supérieur, soit réunies directement aux fibres sympathiques; le premier cas est le plus probable.

L'auteur conclut de ses expériences qu'il n'y a pas de différence essentielle entre les fibres nerveuses efférentes viscérales ou involontaires, qu'elles quittent le système nerveux central soit par la voie des nerfs craniaux, soit par celle des nerfs sacrés, soit par celle des nerfs spinaux au système sympathique. Toutes ces fibres sont des fibres pré-ganglionnaires. L'auteur pense que toute fibre pré-ganglionnaire peut être reliée, dans certaines conditions, à une cellule nerveuse avec laquelle une fibre pré-ganglionnaire est déjà reliée normalement. Les fonctions exercées par les fibres pré et post-ganglionnaires semblent donc dépendre moins de leurs différences physiologiques que des connexions qu'elles ont pu réaliser pendant le développement du système nerveux et des autres tissus du corps.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Avril 1898.

M. T.-C. Porter décrit une méthode d'observation des anneaux de Newton. Si un faisceau de lumière parallèle tombe obliquement sur une plaque de verre, les deux premières réflexions ont lieu à la surface supérieure et à la surface inférieure de la plaque et forment deux images qui peuvent être recueillies sur un écran. Si l'on dispose une seconde plaque parallèlement et à peu de distance de la première, quatre images apparaissent sur l'écran; elles se réduisent à trois si les deux plaques sont en contact. Si l'on substitue aux deux plaques de verre un appareil à anneaux de Newton et qu'on élimine une série de réflexions par le procédé ci-dessus, on peut restreindre la lumière à celle qui vient des deux surfaces intérieures. Dans ce cas, les couleurs de l'anneau sont très brillantes. Si les plaques sont parfaitement planes, l'aire sombre de la tache noire possède des bords parfaitement définis. Avec une lumière monochromatique, la série d'anneaux peut être photographiée. Elle se présente comme une série de cercles concentriques qui se coupent mutuellement. Par cette méthode, on peut observer les systèmes d'interférences subordonnés qui coexistent avec les anneaux primaires. — **M. Herschell** pense que quelques-unes des réflexions secondaires pourraient être supprimées par l'usage de plaques légèrement prismatiques. — **M. Thompson** a essayé cette méthode et a obtenu des systèmes d'anneaux parfaitement définis. — **M. Boys** a remarqué, sur les photographies, que les courbes étaient déformées aux points d'intersection; il a observé des effets semblables sur les photographies des rides. — **M. Edser** a souvent remarqué ces déformations, mais il a toujours pu les expliquer par un défaut de parallélisme du faisceau lumineux. Il explique ensuite le fait qu'une couche mince regardée par réflexion apparaît généralement noire; c'est qu'un changement de phase d'une demi-longueur d'onde a lieu dans une réflexion sur un milieu plus dense. — **M. S.-P. Thompson** présente un modèle, construit par la *Helioc Company*, pour illustrer la transmission triphasée de la force. Il consiste en un petit générateur, excité par une batterie secondaire et possédant trois bobines indépendantes, dont les six bornes sont reliées à six commutateurs. Le moteur possède trois paires correspondantes de bobines opposées, qui peuvent être reliées de différentes manières aux balais du générateur. Deux armatures peuvent être utilisées; l'une est en fer, avec des barres de cuivre périphériques, disposées comme une cage d'écureuil; l'autre est un simple disque de fer.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 10 Mars 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. W. Binder :** Sur le problème des tangentes de l'épicycloïde du cercle à point double. — **M. F. Trenkner :** Sur les rapports qui existent entre quelques éléments des orbites des huit grosses planètes.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — **MM. M. Lilienfeld et S. Tauss :** Sur l'aldol et le glycol des aldéhydes isolatytique et acétique.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHREUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Un colonial allemand : Paul Kayser. — Paul Kayser, qui, de 1890 à 1896, a dirigé l'Office Colonial du Ministère des Affaires étrangères, est mort à Berlin le 13 février 1898.

On ne saurait laisser disparaître dans un complet silence l'homme qui a présidé pendant six années à l'expansion coloniale de l'Allemagne et qui a contribué à en faire une puissance africaine, à côté de l'Angleterre, de la France et du Portugal¹.

Kayser était né à Oels, en Silésie, le 9 août 1845. Sorti des Universités avec le grade de docteur en droit, il s'adonne exclusivement jusqu'à l'âge de quarante ans, aux études juridiques. Mais, en 1887, il est appelé au Ministère des Affaires étrangères, et sa carrière prend dès lors une orientation nouvelle. Il rédige la plupart des lois relatives à l'Afrique qui furent promulguées de 1887 à 1890. Il s'intéresse chaque jour davantage aux questions coloniales, dont il ne s'était d'abord occupé que par devoir professionnel. Aussi, sa nomination de directeur de l'Office Colonial, créé en 1890, ne causa-t-elle aucune surprise. Les coloniaux saluèrent son arrivée au pouvoir comme celle de l'un des leurs et fondèrent beaucoup d'espoir sur les bienfaits de son administration.

A cette époque, la situation des colonies ne laissait pas d'être précaire. Le prince de Bismarck ne portait pas volontiers son regard au delà des océans. Il se complaisait davantage à évoquer devant ses yeux certains paysages familiers : les étendues plates du Schleswig et du Holstein, les plaines mollement ondulées de Sadowa, la flèche de la cathédrale de Strasbourg. Les mots de Metz et de Sedan sonnaient plus agréablement à ses oreilles que ceux de Togo ou de Cameroun, vocables nouveaux et barbares. Sans doute, à la fin de sa carrière, il ne s'éciait plus comme en 1871 : « Je ne veux pas de colonies. Pour nous autres, Allemands, des possessions lointaines seraient exactement ce qu'est la

pelisse de zibeline pour certaines familles nobles de Pologne qui n'ont pas de chemises. » Mais il voulait engager aussi peu que possible le gouvernement impérial. Donner des chartes aux Compagnies de colonisation, puis les laisser gouverner, administrer, combattre, planter, commercer à leur guise, telle était, en matière coloniale, son idée dominante. Mais ce système n'eut pas d'heureux effets : ni la Compagnie de l'Afrique orientale, ni celle du Sud-Ouest Africain n'avaient réussi. Les commissaires impériaux qui résidaient au Togo et au Cameroun manquaient de pouvoir et de prestige, et se laissaient braver par les petits chefs nègres.

Les six ans d'administration de Kayser ont bien changé la face des choses. Il a eu le grand mérite de croire à l'avenir colonial de l'Allemagne. Il a su donner aux coloniaux allemands une confiance qui leur manquait. Depuis la campagne fameuse de Peters et du comte Pfeil dans le Zanguebar en 1884, beaucoup de personnes en Allemagne s'intéressaient aux questions africaines. Kayser a réuni ces bonnes volontés éparses. Il a créé le Conseil Colonial, où des représentants des sociétés agricoles et commerciales, des missionnaires, des explorateurs se rencontraient. Dans un voyage qu'il fit en 1892 en Afrique, il avait pu constater les progrès des colonies. Quatre ans après, quand il prit sa retraite, ils étaient encore bien plus sensibles.

En 1890, l'Allemagne ne faisait presque pas de commerce avec ses colonies. En 1896, ce commerce réciproque représentait 30 millions de marcs. Jusqu'en 1890, aucune entreprise agricole n'avait réussi ; en 1896, seize sociétés agricoles, représentant un capital de 8 millions de marcs, prospéraient en Afrique orientale. On en comptait sept au Cameroun, huit au Togo. Même accroissement pour les missions : en 1890, il y avait six missions allemandes ; en 1896, douze missions protestantes avaient élevé soixante-six stations, et huit missions catholiques soixante-dix-neuf.

Kayser laissera une trace dans l'histoire coloniale de son pays, car, en six ans, sous son habile direction, des contrées, qui n'avaient pour l'Allemagne qu'une valeur théorique, où rien n'était protégé ni même à protéger, se sont transformées en colonies, qui contribuent à la prospérité de la métropole. Henri Dehérain.

¹ Une notice lue par M. Hamm, le 17 mars 1898, devant la Section de Leipzig de la *Deutsche Kolonial Gesellschaft*, nous a fourni de précieux renseignements.

E. Raoul. — Le Corps militaire de Santé des Colonies et les Sciences naturelles viennent de faire une perte cruelle en la personne du pharmacien en chef de 1^{re} classe Edouard Raoul, décoré à Lannilis (Finistère) le 26 avril 1895, à son retour d'une mission scientifique dans les îles de la Sonde.

Raoul était né à Brest le 20 août 1813. Entré au service de la Marine en 1864, comme élève à l'Ecole de Médecine navale de Brest, il obtenait successivement aux concours les grades de pharmacien de 3^e classe le 3 juin 1865, de 2^e classe le 24 octobre 1869 et de 1^{re} classe le 4 novembre 1874. Le 18 juillet 1886, il était promu pharmacien principal de la Marine.

Pendant ces divers grades, il fut appelé à servir à la Guadeloupe, où il obtint un témoignage de satisfaction pour son dévouement lors de l'épidémie de choléra qui ravagea cette île en 1863. Nous le voyons ensuite à Tahiti, où il séjourna longtemps, puis successivement, comme chef du Service pharmaceutique, en Cochinchine, à la Guyane et à la Réunion.

Désireux de continuer les traditions des pharmaciens de la Marine, qui, comme Lesson, Gaudichaud, Coutance, etc., ont illustré le Corps et contribué à faire connaître la faune et la flore des régions tropicales, il fut, sur sa demande, chargé à différentes reprises, par le Ministre de la Marine et des Colonies, de plusieurs missions d'explorations et de recherches botaniques dans nos diverses possessions. En 1884, il explore et décrit l'île de Formose¹. Il y revient l'année suivante pour faire partie du corps expéditionnaire sous les ordres de l'amiral Courbet et il s'y distingue pendant l'épidémie meurtrière de choléra qui fit de l'amiral sa première victime. Enfin, pendant les années 1886 et 1887, il est envoyé en mission aux Indes, dans l'Indo-Chine, en Nouvelle-Calédonie et à Tahiti, où il crée un jardin botanique qui porte aujourd'hui son nom.

Dans ces explorations successives, Raoul s'attache à répandre dans nos diverses colonies, où il y acclimatise toutes les espèces végétales des colonies étrangères, dont la culture lui paraît devoir être connue dans l'intérêt de notre commerce et de notre industrie, estimant que le temps est venu d'étudier et d'utiliser les richesses botaniques accumulées dans les forêts de nos possessions coloniales. Il poursuit cette noble tâche, sans défaillance aucune, pendant vingt ans, aussi bien par sa parole que par ses écrits et par ses missions périlleuses.

Cette idée de vulgarisation des cultures tropicales aura été la pensée dominante de sa carrière, elle restera le trait caractéristique et original de sa personnalité.

Dans ces diverses missions, Raoul ramasse et rassemble laborieusement tous les matériaux précieux qui doivent former la base des écrits qu'il nous a laissés et qui constituent son œuvre scientifique. Ses collections, si remarquables et si variées, figurèrent à l'Exposition de 1889. En récompense du rôle actif qu'il joua dans l'organisation de la Section des Colonies à l'Esplanade des Invalides, il fut nommé officier de la Légion d'honneur.

Par ses aptitudes spéciales, il se trouva tout naturellement indiqué pour faire partie du Corps militaire de Santé des Colonies, lors de sa création en 1890. Mis à la tête du service pharmaceutique de ce nouveau corps, d'abord avec le grade de pharmacien en chef de 2^e classe, il fut promu de 1^{re} classe le 7 février 1893. Il siégea au Conseil supérieur de Santé des Colonies et à la 4^e section du Conseil consultatif des Colonies (colonies de l'Océan Indien et de l'Océan Pacifique), fut président de l'une des Sections de Géographie commerciale et professa à l'Ecole Coloniale de Paris un cours sur les productions et les cultures tropicales.

C'est pendant les quelques années qu'il passa à Paris dans ces fonctions multiples et stables qu'il publia plusieurs ouvrages² destinés à faire profiter les colons,

dans nos diverses possessions tropicales, de l'expérience qu'il y avait laborieusement acquise par une observation aussi prolongée que persévérante.

En 1896, trouvant que sa tâche n'était pas encore suffisamment remplie, Raoul sollicite du Ministre des Colonies son envoi en mission dans les îles de la Sonde. Son but était de rechercher et de réunir les arbres producteurs de la gutta-percha, menacés de disparaître depuis ces dernières années, avec l'espoir de les introduire et de les multiplier dans notre domaine colonial.

Ce voyage d'exploration dans les forêts les plus malsaines de l'Insulinde fut hérissé des plus grandes difficultés, à Sumatra notamment; mais, grâce à l'énergie morale dont Raoul était doué sous une frêle enveloppe, il eut cependant la force de revenir jusqu'à la terre natale, où il ne put malheureusement réparer les ravages de la *malaria tropicale*.

Nous le vîmes débarquer à Marseille, le 26 octobre dernier, amaigri, anémié, miné par les fièvres et la dysenterie, mais ayant la satisfaction de rapporter des forêts de la Malaisie une moisson abondante de découvertes fructueuses et de richesses végétales destinées à accroître la productivité de nos colonies. Ce sont certains caoutchoucs, des guttas en abondance, dont quelques espèces étaient inconnues jusqu'alors, enfin des arbres produisant des résines et des vernis.

Ces plantes précieuses étaient à peine recueillies que le chef de la mission tombait gravement malade, et c'est avec les plus grandes précautions et mille difficultés qu'il put être transporté, presque mourant, sur le littoral, distant de treize jours de marche des forêts où se trouvait la mission. Celle-ci a eu à souffrir des sangsues des bois (*Hirudo Zeylanica* de Knox), petits animaux filiformes qui avancent par millions en rampant avec une rapidité surprenante et, de l'extrémité des hautes herbes, pénètrent et s'insinuent, malgré toutes les précautions, à travers les vêtements les mieux ajustés. Elles saignent à blanc les malheureux explorateurs exposés sans défense à leur voracité. Ceux de la suite de Raoul, qui avaient été piqués en grand nombre par des serpents de diverses espèces, ont pu être sauvés par des injections du sérum de Calmette, dont la mission avait fait une ample provision.

L'île de Sumatra est presque déserte à l'intérieur. La mission y a trouvé de l'or, qu'elle ne cherchait pas, et constaté la présence du pétrole; elle a pu pénétrer dans d'immenses forêts de caoutchouc et de gutta-percha encore inexplorées. Toutes ces richesses demeurent inutilisées faute de bras. L'apathie et l'ignorance des indigènes empêchant de les employer comme travailleurs.

comprenant la géographie, l'ethnographie et les productions de ces colonies. Brochures séparées par colonies. Travail très soigné typographiquement, illustré de nombreuses figures; détails inédits sur les productions coloniales et le commerce auquel elles donnent lieu. Paris, 1889.

Manuel pratique des cultures tropicales et des plantations des pays chauds, par P. Sagot, ancien chirurgien de la marine. Ouvrage publié après sa mort, complété et mis à jour par E. Raoul; préface par M. Maxime Cornu, professeur au Muséum d'histoire naturelle. (1 vol. gr. in-8°, A. Challamel, éditeur. Paris, 1893.) Manuel de 800 pages résumant tout ce qui est connu sur les cultures tropicales et animé d'un véritable esprit scientifique. C'est le seul traité vraiment digne de ce nom qui existe sur cette matière.

Culture du caféier, semis, plantation, taille, cueillette, dépulpation, décorticage, expédition, commerce et races, par E. Raoul, avec la collaboration, pour la partie commerciale, de E. Darolles, sous-intendant militaire. (1 vol. gr. in-8°, 249 pages, 1 pl.; Challamel, éditeur. Paris, 1895.) Cet ouvrage constitue la première partie du tome II du *Manuel des cultures tropicales*; au point de vue botanique, chimique et commercial, c'est une monographie magistrale sur le café, étudiée dans ses innombrables variétés.

Petit traité d'agriculture tropicale, par Nicholls, traduit de l'anglais par E. Raoul. (Challamel, éditeur. Paris, 1895.) Ce traité constitue un véritable guide des cultures tropicales. M. Raoul l'a remis à jour en y ajoutant des chapitres inédits sur le palmier à huile, l'arachide, l'aréquier, le bétel, etc.

¹ *Formosa-la-Belle*, sa flore. La fièvre des bois.

² *Notices coloniales*, études sur les colonies françaises,

De tels résultats ont, au point de vue scientifique, commercial et industriel, la plus haute portée¹; aussi, dès son arrivée, la *Société Nationale d'Acclimatation de France* se faisait-elle un devoir de décerner au vaillant explorateur sa plus haute récompense, la *grande médaille d'or*, et de le nommer *Président de sa nouvelle section coloniale*.

Par l'importance des services rendus aux colonies françaises et à la science, le nom de Raoul figurera avec honneur à la première page du Livre d'Ordre du Corps militaire des pharmaciens des colonies.

Raoul fut mon collègue et mon ami d'enfance; c'est à ce titre que j'ai cru pouvoir remplir le douloureux devoir de venir rendre hommage, dans cette *Revue*, à sa mémoire.

A. Barillé,

Pharmacien principal de l'Armée.

§ 2. — Art naval

La situation navale et militaire des Etats-Unis et de l'Espagne, et les conséquences industrielles de la guerre de Cuba. — A l'occasion de la guerre de Cuba, il nous paraît utile d'indiquer sommairement ici les forces respectives des belligérants sur terre et sur mer, et surtout d'attirer l'attention des lecteurs de cette *Revue* sur les conséquences industrielles des hostilités entre l'Espagne et les Etats-Unis.

Nous avons déjà fait remarquer aux lecteurs que les puissances ne pouvaient compter s'approvisionner de

le fait déjà Wheeler Sterling, car ce développement même entraînera des réductions dans leurs prix de revient et de livraison² ».

On peut dire que, quelle que soit la tournure que prendront les hostilités, cette invasion du marché européen, comme du marché d'Extrême-Orient, risque d'être, dans un bref délai, la conséquence des événements actuels.

Si nous venons maintenant à étudier les conditions immédiates de la lutte pour la possession de Cuba, nous ferons remarquer que l'invasion de l'île par les troupes américaines est indispensable pour amener une solution : sans doute, les insurgés ravitaillés d'armes et de munitions, continueront à user les troupes espagnoles, mais les hostilités ainsi réduites ne feront guère que prolonger l'état de choses actuel et les effectifs considérables existant dans l'île sont susceptibles d'une longue résistance. D'autre part, cette invasion ne peut se produire que si le convoi de transport n'a rien à redouter de l'escadre ennemie : enfin l'existence de cette dernière sera toujours une crainte pour les nombreuses et opulentes cités américaines établies sur les côtes. Le devoir de l'amirauté américaine est donc de chercher à anéantir à tout prix la flotte de combat espagnole, et nous allons essayer d'apprécier en quelques lignes la puissance navale des deux adversaires, nous bornant à l'examen des unités combattantes vraiment redoutables.

Le tableau I ci-joint en donne un premier aperçu :

Tableau I. — Puissances navales comparées de l'Espagne et des Etats-Unis.

PUISSANCE	CUIRASSÉS DE HAUTE MER Déplacement supérieur à :			GARDE- CÔTES cuirassés	CROISEURS cuirassés	CROISEURS protégés	CROISEURS non protégés	AVISOS TORPIL- LEURS	TORPIL- LEURS
	9,000 tonnes	6,000 tonnes	4,000 tonnes						
Espagne . . .	2	6	»	»	»	2	10	14	14
Etats-Unis . . .	4	1	»	5	2	10	4	7	17

matériel de guerre que sur leur territoire, et que l'observation de la neutralité les exposait, dans le cas contraire, à se trouver absolument démunies. Ce fait semble se produire pour l'Espagne, dont les chantiers ne se prêtent ni à la construction de navires de guerre, ni à la production rapide de matériel d'artillerie. Sans doute, les ateliers espagnols ont construit de nombreuses bouches à feu, types Ordonez et Montoria, pour l'armement de la flotte et des côtes, mais, pour ces bouches à feu même, une partie des matières déjà travaillées, telles que les tubes et, en général, les pièces d'acier, ont dû être demandées à l'étranger, et peut être de pareilles acquisitions ne seraient-elles plus possibles.

Les Etats-Unis n'ont pas à redouter cette difficulté : nous ajouterons que, bien au contraire, cette partie de leur industrie ne peut que se développer aisément et que les nations de l'Europe en éprouveront sans doute le contre-coup économique.

Nous écrivions ici même en novembre dernier : « Peut-être le jour n'est-il pas éloigné où les nations européennes, en quête d'une solution rapide pour la constitution de leur nouveau matériel, seront obligées de faire appel aux puissants établissements américains qui sauront se transformer instantanément pour faire face à toutes les exigences de fabrication comme de délai. Peut-être même, si la fabrication de l'artillerie continue à s'y développer, viendront-ils, en dehors de cette éventualité, aborder le marché européen, comme

On n'a tenu compte, dans l'établissement de ce tableau, que des bâtiments lancés depuis 1883, les autres présentant des qualités de vitesse ou d'armement trop insuffisantes.

Des bâtiments inscrits au tableau précédent, il convient de retenir pour l'Espagne, comme susceptibles d'entrer immédiatement en ligne :

1^o Le cuirassé de premier rang *Charles-Quint*, armé de deux canons de 28 centimètres, huit canons de 14 et pouvant développer une vitesse de 20 nœuds ; rayon d'action : 12,000 milles ;

2^o La division des trois cuirassés identiques *Maria-Teresa*, *Almirante-Oquendo* et *Vizcaya*, avec deux canons de 14 de plus et la même vitesse que le précédent, mais un rayon d'action de 9,700 milles seulement ;

3^o Le cuirassé *Christophe-Colomb*, le meilleur bâtiment peut-être de la flotte espagnole, avec deux canons Armstrong de 25 centimètres, dix canons de 15 centimètres et six de 12 centimètres, tous des derniers modèles. La vitesse est de 20 nœuds également, mais son rayon d'action n'est que de 8,300 milles.

4^o Le *Pelayo*, cuirassé de premier rang, dont les réparations s'achèvent en ce moment : ses deux canons de 32 mettent son artillerie de pair avec celle des cuirassés.

Cette escadre, à laquelle peuvent se joindre les deux croiseurs protégés *Alfonso XIII* et *Lepanto*, de même vitesse et de rayon d'action égale à 12,000 milles, forme une division redoutable par sa vitesse et son homogénéité.

¹ Le journal de route que doit laisser l'explorateur permettra sans doute de connaître, d'une façon complète, les résultats scientifiques de sa mission.

² COLONEL X : Les usines d'artillerie américaines, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 novembre 1897.

Signalons encore que l'Espagne dispose de six avisos torpilleurs très rapides, qui, étant rendus aux Antilles, sont fort dangereux pour les navires américains.

A cette escadre navale, l'Amérique peut opposer actuellement des cuirassés d'un armement plus puissant, il est vrai (*Iowa, Indiana, Massachusetts, Texas et Oregon*). Mais cette division navale ne peut développer une vitesse égale à celle de l'escadre espagnole, qui se trouve ainsi maîtresse de ses mouvements, libre d'accepter ou de refuser la lutte, de porter le combat là où il lui plaît. Deux puissants croiseurs de 21 nœuds, *Brooklyn* et *New-York*, pourront bien s'attacher à cette escadre et en signaler les mouvements, mais l'amiral espagnol n'en est pas moins libre de se diriger à sa volonté vers Cuba ou vers les côtes américaines, et d'y combattre à son heure.

Ajoutons que cette supériorité de marche constitue, pour la flotte espagnole, un avantage tactique considérable: elle lui permettrait, le cas échéant, d'adopter une manière de combattre analogue à celle des Japonais lors de la bataille navale de Yalu, c'est-à-dire de rester maîtresse de sa distance, de façon à n'avoir que peu à redouter des gros canons américains, et de triompher de son adversaire par l'emploi de l'artillerie moyenne dirigée contre les superstructures.

D'autre part, il est juste de dire que les côtes ou le blocus sont appuyés, du côté des Américains, par un certain nombre de puissants monitors, et par deux bâtiments dont il est fait grand cas en Amérique, le bélière *Katahdin* et le croiseur à dynamite *Vesuvius*, dont les trois canons de 38 cm. lancent, par l'action de l'air comprimé, des obus contenant jusqu'à 272 kilos de dynamite. L'emploi de ces projectiles est, pour les spécialistes, la question la plus intéressante peut-être de la guerre.

Telle est, esquissée à grands traits, la situation navale des deux adversaires : on voit qu'elle est loin d'être désespérée pour les Espagnols; mais la prolongation des hostilités serait favorable à leurs ennemis, qui, plus riches et mieux outillés, répareraient aisément les pertes subies. Quant au combat de Manille, livré par des cuirassés américains à des navires en bois, il ne permet de rien préjuger sur la puissance respective des deux marines.

Venons maintenant aux troupes de terre, car, s'il ne semble pas que les hostilités puissent s'engager sérieusement à Cuba avant que la mer soit aux Américains, il est intéressant de se rendre compte, dans cette hypothèse, des conditions d'armement des deux armées.

Les troupes espagnoles qui occupent la grande Antille sont certainement plus manœuvrières, plus entraînées, plus souples que ne le pourront être les régiments improvisés de l'Union. En ce qui concerne l'armement, on peut dire que le fusil d'infanterie, arme essentielle dans des guerres de ce genre, est supérieur chez les Espagnols, à moins que les Américains ne remplacent brusquement à coups de dollars leur fusil de 7^{mm},3 par une arme nouvelle, qui pourrait être le fusil de 6 millimètres, actuellement en essai pour leur flotte, et ce qui demanderait plusieurs semaines.

D'un autre côté, grâce à l'acquisition de six batteries de canons de montagne de l'usine Krupp, d'une puissance supérieure à celle des canons analogues américains, la lutte en pays accidenté, comme l'est la région occidentale de Cuba, s'ouvrirait dans des conditions favorables aux occupants et l'on peut dire que si les défenseurs de l'île finissent par succomber, ce ne pourra provenir que des conséquences du blocus et non de leur infériorité militaire. Le matériel plus puissant que les Américains pourraient amener dans l'île ne serait pas plus utilisable que ne l'ont été à Madagascar nos canons de 120, embarqués soigneusement et pitoyablement délaissés à terre dans les vases de Majunga.

En résumé, la puissance de résistance de l'Espagne est aujourd'hui plus forte qu'elle ne pourra jamais l'être au cours de la lutte, et, dans les conditions actuelles, suffisante pour repousser victorieusement les attaques américaines et porter même les hostilités sur le littoral américain : mais chaque jour, à moins d'action

politique et même hors le cas de discorde intestine (questions en dehors de cette étude), diminuera ses chances de succès et accroîtra les forces de ses adversaires.

Erlin, pour revenir aux considérations exposées au début de cette note, il se peut qu'une conséquence, et non des moindres, de la guerre actuelle soit l'invasion du marché européen par les plaques de blindage, les armes, les bouches à feu américaines, dont les constructeurs se seront puissamment et avec grand profit outillés pour fournir aux exigences militaires de l'Union. Ce ne sera peut-être pas là le moindre des préjudices qu'entraînera pour l'Europe son inertie dans cette question. Le marché anglais, qui, de jour en jour s'associe de plus en plus avec les constructeurs et métallurgistes américains, peut moins que les autres redouter cette invasion industrielle. L'usine Krupp, avec sa clientèle d'Etat assurée, n'en ressentira de même qu'un contre-coup modéré. Il est à craindre que l'industrie française n'en soit la principale victime.

Colonel X...

§ 3. — Physique

Sur la polarisation de la lumière émise par fluorescence. — La *Revue* se fait un plaisir d'insérer la lettre suivante, qui fait honneur à la délicatesse de son savant collaborateur, M. Sagnac :

« Dans mon article intitulé : *Luminescence et Rayons X*, j'ai indiqué que la lumière émise par divers platino-cyanures sous l'influence des rayons X est polarisée comme si la fluorescence était excitée par la lumière, et que les deux images données par un analyseur biréfringent sont inégalement intenses et parfois différemment colorées (cas du platino-cyanure double de potassium et de lithium). Le Professeur E. Wiedemann, qui a bien voulu m'écrire au sujet de mon article, m'a indiqué que le Dr Schmidt a déjà remarqué, dans son mémoire sur la fluorescence polarisée, que, « sous l'influence des rayons de Röntgen, les cristaux de platino-cyanure de baryum se comportent comme s'ils étaient éclairés par la lumière » ». Les expériences que j'ai faites avec divers platino-cyanures ne sont donc que des généralisations de la remarque du Dr Schmidt. »

G. Sagnac,

Agrégé-préparateur à la Sorbonne.

§ 4. — Zoologie

Séance publique annuelle de la Société Nationale d'Acclimatation. — La trente-cinquième séance publique annuelle de la *Société Nationale d'Acclimatation* a eu lieu le 16 mai dernier. Elle était présidée par M. Le Myre de Vilers. M. le colonel de Trentinian, gouverneur du Soudan, y a exposé les méthodes de colonisation qu'il a lui-même pratiquées pour mettre en valeur les richesses agricoles de la colonie. Après le rapport du Secrétaire général, on a distribué les récompenses décernées par la Société.

Les grandes médailles d'argent à l'effigie d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire ont été accordées : à M. le baron de Parana (de Lordello, Brésil), pour le croisement du zèbre de Burchell avec la jument ; à M. Eugène Cann, directeur de la Station agricole de Bonlogne-sur-Mer, pour ses travaux sur les poissons marins et d'eau douce du Pas-de-Calais et ses essais de repeuplement ; à M^{me} Olga Tichomirova (de Moscou), pour l'élevage du ver à soie du mûrier en Russie avec le scorzonère ; à M. J. Caplat, pour l'acclimatation et la culture de vignes de la Chine et du Japon, donnant des fruits et permettant de faire du vin en Normandie ; à M. V. Perret, pour ses travaux agricoles en Nouvelle-Calédonie et l'organisation d'un Jardin d'essai à Nouméa.

La médaille d'or offerte par le Ministre de l'Agriculture a été attribuée à M. A. de Marcillac, pour l'élevage de la truite arc-en-ciel.

¹ *Revue gén. des Sc.* du 30 avril, note de la page 314.

² *Wiedemann's Annalen*, t. LX, note de la page 144.

L'INSTITUT BOTANIQUE DE BUITENZORG

Comme beaucoup d'institutions des Indes néerlandaises, ce qu'on appelle le Jardin, mais ce qu'il convient — je l'expliquerai plus loin — d'appeler l'Institut botanique de Buitenzorg, date de la période qui a succédé immédiatement à la domination anglaise. Il semble que de 1811, année où commença cette domination, à 1816, année où elle prit effectivement fin, les Hollandais aient fait de sérieuses réflexions. Il leur arriva — cela arrive aux peuples comme aux individus — d'apprécier à leur entière valeur leurs biens alors seulement qu'ils les eurent perdus, et de se rendre compte tardivement de l'extrême insuffisance de leurs anciens procédés de gouvernement et d'administration. Au surplus, ils avaient pu, durant ces quelques années de méditation, assister de loin à une leçon de choses donnée par un maître : Java et Sumatra avaient été pendant quatre années administrées par un homme de la plus haute portée d'esprit, sir Stamford Raffles, qui joignait à l'activité de la jeunesse (trente-cinq ans, notez son âge) la science acquise, et le goût de la science, et le sentiment profond de l'utilité de la science et de la méthode dans les choses de la politique et du gouvernement.

La leçon ne fut pas perdue. Lorsqu'en 1815 les commissaires généraux hollandais partirent de Hollande pour venir à Batavia recevoir des mains des Anglais leurs possessions enfin recouvrées, ils emmenaient avec eux le professeur Reinwardt, de l'Athénée d'Amsterdam, en qualité de « directeur des affaires d'Agriculture, des Arts et des Sciences » ; et, le jour où Reinwardt proposa, en avril 1817, la fondation d'un jardin botanique, les commissaires généraux y donnèrent spontanément leur approbation, s'inspirant ainsi de la pensée de leur roi, qui estimait indispensable d'obtenir sur les colonies hollandaises « des connaissances aussi approfondies que nos voisins en possèdent sur les leurs », et — second point de vue — prétendait par là « rendre manifeste l'heureuse renaissance du nom hollandais. » Ainsi, dès la première heure, dans la conception de ceux qui le fondèrent, le Jardin, l'Institut de Buitenzorg, était un instrument scientifique et un instrument pratique, qui devait servir la science, assister l'agriculture, et porter haut et loin le renom de la patrie.

I

Il était situé dans une région qui présentait les conditions les plus favorables. Pour un jardin tro-

pical, pour la culture de plantes dont la vie n'est jamais suspendue, et qui ignorent ce sommeil d'Europe pendant la saison froide, deux éléments sont indispensables : la chaleur et l'eau. De la chaleur, question de soleil, et, sous des latitudes comme celles de Java, le soleil ne chôme guère ; de l'eau, question de pluie. Mais non pas de pluie par intervalles : Batavia, par exemple, où l'on reste à de certaines années, durant la saison sèche, deux mois sans pluie, ne conviendrait guère ; ce qu'il faut, ce sont des pluies régulières et continues. Or, à Buitenzorg, il pleut presque tous les jours. Pendant le fort de la saison sèche, on a bien constaté parfois des périodes de trois semaines sans eau, et le jardin souffre ; mais à l'ordinaire il pleut presque tous les jours. Vers les cinq heures du soir, l'orage en formation éclate, avec un fracas assourdissant, qu'accroît encore la répercussion à travers les montagnes, et avec une chute d'eau si abondante que le pluviomètre de Buitenzorg enregistre 4.680 millimètres de pluie par an. Dans le même temps, la moyenne de la Hollande, n'est que de 660 millimètres.

Cette abondance de pluie à Buitenzorg est exceptionnelle ; elle dépasse de loin la moyenne des provinces voisines. On l'explique par la présence de montagnes disposées en cercle qui arrêtent les nuages et aussi par la constitution spéciale de la propriété dans cette région. Buitenzorg renferme un assez grand nombre de « domaines particuliers ». Ce sont de vastes étendues de terre, acquises autrefois à deniers comptants du gouvernement et, à la différence des autres tenures de Java, possédées en toute propriété, sans réserve d'aucun droit éminent de l'État. Sur ces terres, les indigènes ne peuvent se fixer qu'avec l'agrément du propriétaire, et, pour des raisons trop longues à établir et à discuter, ces propriétaires n'ont, en général, rien fait, pour attirer sur leurs domaines de nombreux habitants. Il en résulte que la population y est moins dense que dans les autres parties de l'île, que les défrichements y ont été moins actifs et qu'il y est resté davantage de forêts. De là, une plus abondante évaporation et, à proportion, des pluies plus abondantes. Je dois dire, toutefois, qu'un savant fort distingué, M. Van der Stok, directeur de l'Observatoire météorologique de Batavia, n'admet que sous des réserves cette explication¹.

¹ Sa thèse est ou semble être celle-ci : Dans les pays comme Java, exposés aux moussons, la quantité de pluie apportée par la mousson rend négligeable la quantité de

Quoi qu'il en soit, le Jardin de Buitenzorg, ayant à souhait chaleur et humidité, voit se développer une végétation exceptionnelle. Plantes et arbres y atteignent des dimensions et y prennent des formes anormales, non pas tant comme ampleur que comme légèreté. Cela s'explique : sous les climats secs, les arbres croissent lentement ; ils commencent par pousser dans le sol des racines profondément enfoncées, qui s'étalent autour du fût central ; le tronc ne grandit que peu à peu ; il se développe en hauteur, mais beaucoup aussi en largeur ; de là, avec le temps, ces trous trapus, desquels partent, à peu de hauteur du sol, des branches grosses elles-mêmes comme des arbres. Sans doute, Java n'ignore pas ce genre de végétation. Presque tous les *Waringins* (fig. 1) répondent à cette description ; mais, à Buitenzorg, sous l'action combinée du soleil et de l'eau, il semble que la plupart des arbres n'aient qu'une dimension : la hauteur. Ils jaillissent du sol, fins, gracieux et plutôt grêles. Pour parler à cette gracilité, le tronc, tout près de terre, au lieu de former un cylindre unique, détache du fût central un certain nombre de trièdres, comme autant de contreforts qui s'appuient au sol pour servir d'arcs-boutants. Puis, la solidité de l'arbre assurée, l'unité du cylindre se fait et le fût s'élance vers le ciel d'un seul jet droit, la largeur absolument disproportionnée avec la hauteur. J'ai vu, par exemple, un *Dipterocarpus trinervis* d'environ 40 mètres de haut, monter, comme d'un bond, sans une seule branche avant 20 mètres. Un *Albizzia molucana*, sorte d'acacia, de deux à trois ans d'âge, en paraît quinze ; de quinze ans, en paraît quatre-vingts. Ici les octogénaires peuvent planter : eux-mêmes jouiront de leur ombrage.

Un pareil Jardin, on le comprend, est une serre. La nature spontanément en fournit les éléments : la chaleur et l'humidité qui flottent par les airs. Aussi ne trouve-t-on pas à Buitenzorg de nos serres européennes, mais seulement des sortes de hangars où l'on met les plantes au frais, à l'abri du soleil, au sec à l'abri de l'eau, à couvert à l'abri de la violence de la pluie.

Ce Jardin, si favorisé sous le rapport du climat, l'est tout autant sous le rapport du pittoresque. Une eau vive et abondante coule tout au travers ; ici, c'est un mince filet qui gazouille ; là, c'est un ruisseau qui, s'échappant d'une écluse, court, à grand bruit et à grand train, se distribuer parmi les canaux et rigoles d'irrigation ; à une extrémité du Jardin, c'est une vraie rivière, le Tjilivong, qu'on retrouve à Batavia, et qui, suivant les saisons, tantôt clapote doucement, et tantôt s'enle de qua-

tre ou cinq mètres, mugit comme un torrent, enlève les ponts, roule des roches énormes et dévore ses rives. Le personnel indigène du Jardin la tient constamment au guet ; il écoute sa voix, et, dès que le son grossit, il se relève la nuit dans l'attente de ce qu'elle va faire. Et elle n'a que sept ou huit mètres de large.

Puis, ce sont de jolies dispositions du sol : une cuvette profonde, où l'on a amené l'eau pour y faire un jardin aquatique et y cultiver une variété infinie de plantes d'eau : nénuphars, lotus blancs et lotus roses, etc. Ailleurs, le *Kompong* (village) javanais, où vit tout le personnel indigène, hommes, femmes et enfants, au total une centaine d'ouvriers. Enfin, ce sont des groupes merveilleux de vigueur et de couleur des plus belles espèces de plantes tropicales, avec, çà et là, quelques sujets de choix : les uns curieux, comme par exemple cette liane *Dischidia*, qui accroche ses racines, au hasard, au tronc d'arbre le plus aride, mais ensuite développe sur ses pétioles des feuilles en forme d'urne où la pluie accumule de l'eau, sorte de réserve qui alimente tout l'organisme ; les autres, délicieux, comme cet *Amherstia*, arbre gigantesque, qui jette par centaines, au bout de ses rameaux, des fleurs roses plus belles que celles des Orchidées.

Avec le temps, ce Jardin est devenu tout un monde. On l'avait, au début, placé tout près du palais des gouverneurs généraux, non pas comme partie intégrante du parc du palais, mais sur un terrain contigu, alors disponible. Il mesurait alors une trentaine d'hectares. Au bout de peu de temps, on se vit dans la nécessité de l'étendre. On eut besoin d'abord de plus de place pour les espèces toujours plus nombreuses à qui convenait le climat de Buitenzorg (750 pieds), ensuite d'emplacements nouveaux, par des altitudes plus élevées, pour celles qui veulent plus de fraîcheur et moins d'humidité. C'est ainsi qu'on créa successivement en montagne une annexe à Tjipannas, une autre à Tjiburum (5.100 pieds), une troisième à Kandang-Badak (7.500 pieds), une quatrième à Pangerango (9.600 pieds), et qu'en plaine, je veux dire à Buitenzorg même, on chercha à s'étendre soit en achetant des espaces contigus au Jardin, ce qui fut toujours coûteux et difficile, soit plutôt en cherchant à proximité quelque terrain convenable.

Après bien des agrandissements et des remaniements, l'Institut botanique de Buitenzorg se compose aujourd'hui : 1° du Jardin botanique proprement dit, qui comprend 58 hectares ; 2° du jardin agricole, du jardin d'essais de Tjikeuneuh, 72 hectares, tous deux situés à Buitenzorg même ; 3° du jardin de Tjibodas, en montagne, lequel a remplacé tous les jardins de montagne cités plus haut ; enfin, 4° d'une forêt vierge, à Tjibodas, propriété de l'Institut

pluie procurée par l'action lente des forêts. Toutefois, les forêts peuvent exercer leur action locale.

de Buitenzorg, d'une étendue de 283 hectares. A cela se joignent : laboratoires, musée, herbier et bibliothèque, avec un haut personnel dirigeant et enseignant ; c'est cet ensemble qui forme l'Institut botanique, dont nous devons parler maintenant en l'envisageant au point de vue scientifique et au point de vue pratique.

feuilles ensemble et parfois séparément. D'où vient cela ? De cette raison, apparemment, que les arbres, pour se bien porter, ont besoin tantôt d'avoir leurs feuilles et tantôt de n'en avoir pas, et que ce besoin ne se manifeste pas chez tous en même temps. Ainsi des hommes : le besoin de se médicamenter ne se manifeste pas chez tous le même jour.



Fig. 1. — Echantillon gigantesque de Waringia.

II

Dans un coin, pittoresque et charmant, du Jardin botanique, se dressent deux arbres de belles dimensions ; ce sont des *Palaquium* ; ils sont de la même espèce, ont le même âge, un régime exactement comparable, étant situés à 10 mètres l'un de l'autre, et, d'ailleurs, la même vigueur. Seulement, détail qui frappe l'Européen, il arrive que l'un a des feuilles et que l'autre n'en a pas. Il y a six semaines, c'est le premier qui n'en avait pas et le second qui en avait. Puis il iront ainsi, ayant parfois leurs

Mais, si de pareilles différences apparaissent dans l'extérieur de ces arbres et, par conséquent, dans leur santé, non pas à jour dit, non pas à époque fixe, mais à dates imprévues et qui ne sont pas les mêmes pour tous, c'est donc que leur aspect, que les modifications de cet aspect ne sont pas déterminés seulement par des causes externes, telles que les saisons, qui agiraient identiquement sur tous les deux, mais par des causes internes, qui tiennent au mode de vie intime de chacun. Si cette explication est vérifiée, elle contredit une théorie jadis universellement reçue en Europe.

En Europe, il fut longtemps admis que ces modifications des plantes dépendent de causes externes et uniquement externes : dans nos pays, un arbre dicotylédone prend ses feuilles au printemps et les perd en hiver. Voilà la règle ; et, jusqu'à Humboldt, l'attention ne fut guère attirée sur le caractère contingent de cette règle. L'anomalie que présente à ce sujet la végétation tropicale semble grosse d'intéressantes indications.

Aux premiers âges du monde, la température équatoriale régnait sur toute la surface du globe ; et, à cette époque, les arbres devaient se comporter partout comme nous les voyons aujourd'hui se comporter à l'équateur, subissant des causes de modifications externes et des causes internes, simultanément influentes. Puis est arrivée la période du refroidissement, et, avec elle, dans la plus grande partie du globe, l'alternance des saisons froide et chaude ; et, dès lors, les causes externes sont devenues tellement puissantes qu'elles nous ont masqué l'action des causes internes. De la riche flore de ce temps, à peine quelques échantillons ont pu supporter ce changement de régime, je veux dire l'alternance de saisons trop tranchées ; les autres ont succombé et ne se rencontrent plus que là où a persisté le régime ancien, une température constante ou à peu près constante, c'est-à-dire dans la zone tropicale, — et voilà pourquoi la flore tropicale et intertropicale est infiniment plus riche que celle de toute autre latitude.

Mais, pour des raisons que tout le monde sait, ce n'est pas sous les tropiques, c'est surtout dans les pays froids ou tempérés que se sont développées la civilisation et la science ; c'est surtout dans les pays froids ou tempérés que les savants ont étudié notamment les conditions de la vie des plantes, et tâché d'en dégager les règles. Touchant la vie des plantes, ils ont raisonné sur ce qu'ils voyaient, c'est-à-dire sur des plantes dont la vie interne échappe presque à l'observation, dominée qu'elle est par la puissance de l'action des causes externes (alternance des saisons) ; au lieu de plantes qui vivent toute l'année, soumises à l'influence simultanée des causes internes et externes, ils ont observé des plantes qui, sous l'influence absolument prépondérante des causes externes, dorment cinq mois sur douze ; et ce sont des observations faites dans ces conditions, évidemment exceptionnelles, qu'on a élevées à la dignité de lois universelles. Mais que penserait-on d'une physiologie animale qui, étudiant tout le règne animal, lui appliquerait des règles générales résultant de l'observation de la vie des marmottes ?

Ces quelques réflexions, que suggère la vue de ces deux arbres du Jardin de Buitenzorg et qui ont été formulées avec une grande force par

M. Treub, directeur de l'Institut botanique de Buitenzorg, permettent d'imaginer et d'entrevoir quels services cet Institut, placé sous les latitudes tropicales, va, si l'on sait s'en faire un bon instrument scientifique, pouvoir rendre à la science et notamment à la Botanique et à la Physiologie végétale.

Par un hasard providentiel, les hommes de qui a dépendu Buitenzorg, non pas seulement le savant Reinwardt, que j'ai déjà cité, et qui en fut le fondateur, ou encore le directeur actuel, M. Treub, qui est un professionnel de haute valeur, mais même des hommes que leur origine et leurs débuts avaient mis très loin de la science, comme ce fameux Teijsmann, qui, amené par le gouverneur général Van der Bosch, en qualité de simple jardinier, s'éleva, par un opiniâtre et généreux labeur, à une telle réputation scientifique que, sur la fin de sa vie, Darwin, de Candolle et l'élite du monde savant lui offrirent, en témoignage d'admiration, un album couvert de signatures et d'adresses ; par une grâce spéciale, tous ces hommes, en dépit des difficultés d'argent et des jalousies de l'administration, voulurent donner et, sauf de courtes éclipses, surent maintenir à Buitenzorg le caractère d'un établissement scientifique. Leur thèse était qu'en aucun lieu du monde les questions de botanique et de physiologie végétale ne peuvent être étudiées avec autant de facilité et de profit que sous les tropiques, et que, d'autre part, une région qui ne possède pas d'Université, centre de recherches scientifiques, se devait à elle-même non seulement de donner au jardin botanique une organisation qui en fit un bon instrument de travail, mais encore d'y adjoindre un outillage complémentaire (laboratoires, musée, bibliothèque) qui permit, sur place, de contrôler les observations, de vérifier les hypothèses et de retirer pour la colonie la gloire de cette science comme les bénéfices pratiques de ces observations.

Et par bénéfices pratiques, ils entendaient ces applications que, par exemple, la chimie agricole sait tirer des études de pure théorie ; et ils prétendaient que plus haut Buitenzorg s'élèverait dans les recherches scientifiques, plus la colonie gagnerait en richesse. Et l'événement leur a donné raison.

Esquissons d'abord, en quelques lignes, l'organisation du Jardin proprement dit et de ses annexes, ce qui lui assure l'utilité au point de vue scientifique ; nous en verrons ensuite le côté pratique, c'est-à-dire ce qui en assure l'utilité au point de vue agricole.

III

Pour être utile à la science, un jardin botanique, tel que celui de Buitenzorg, doit remplir certaines conditions, peu nombreuses mais nécessaires.

Tout d'abord, il ne peut pas, il ne doit pas,

comme, par exemple, un de nos jardins d'Europe, de Kew, de Paris ou de Berlin, rassembler des échantillons de la flore de toutes les parties du monde, qu'on y fera vivre ou plutôt végéter dans des conditions artificielles. Non ! le jardin tropical est, avant tout, un jardin local, qui doit tendre uniquement à ceci : rassembler les seuls échantillons de la flore tropicale et intertropicale, pour que, placés dans leurs conditions naturelles d'ha-

inestimables pour le savant : il a sous les yeux des plantes qui vivent d'une vie naturelle et sont même ordinairement à l'état de nature, et il n'a pas à suspecter la sincérité des caractères qu'il étudie.

Pour dire les choses comme elles sont, il faut confesser que, voulût-on, à Buitenzorg, faire autrement, on ne le pourrait guère. La collection des plantes vivantes est considérable : de 9 à 10.000 espèces distinctes, chacune représentée par deux



Fig. 2. — Forêt de palmiers à Buitenzorg.

bitat, ils fournissent à l'étudiant et au savant précisément ce qu'il est venu chercher de si loin, la facilité de voir la nature sur le fait et sur le vif, et non pas dans les conditions anormales de nos serres ou défectueuses de nos herbiers. Or, le Jardin de Buitenzorg remplit cette première condition : pas de serres, pas de salles froides ; tout au plus des abris ouverts, comme ceux que j'ai décrits. Aucune précaution prise pour faire vivre les plantes hors de leur habitat naturel : tout ce qui ne se convient pas meurt. Il en résulte des garanties

échantillons. Si, dans le nombre, il s'en trouvait une proportion, tant soit peu considérable, qui exigeassent des soins spéciaux, il faudrait doubler le budget et tripler le personnel.

Mais alors, avec une collection aussi démesurée, on risque de se heurter à un autre inconvénient : le désordre, la difficulté de classer ce monde vivant d'une façon pratique et scientifique.

On peut, dans la disposition d'un jardin botanique tropical, se tromper de plusieurs façons. On peut, séduit et troublé par la végétation puissante

de ces régions, vouloir se donner, en un lieu déterminé, en quelque sorte à portée de la main, le spectacle de la forêt vierge, avec sa luxuriance, sa vie débordante, sa fougue, ses emportements, ses milliers d'organismes qui s'entrelacent, se pénètrent ou se superposent : ce fut le cas, par exemple, d'un jardin célèbre, celui de Peradeniya, voisin de Kandy, capitale de l'île de Ceylan. Ou encore, on pourrait prétendre en faire un joli jardin, bien tenu, bien rattaché, bien sage, avec de vertes pelouses rasées et peignées et des massifs variés à souhait de couleur et de forme : tels sont le jardin de Singapour et certains jardins de l'Inde anglaise.

Le Jardin de Buitenzorg à su se tenir à égale distance de ces deux extrêmes. Le cadre en est merveilleux ; les points de vue y abondent ; certaines sections y montrent la végétation tropicale dans toute sa force : celle, par exemple, des palmiers (fig. 2), qui comprend toutes les variétés connues ; les palmes s'y étagent sur les palmes (et quelles palmes !), drus, solides, larges (fig. 3) ; les troncs s'allongent et s'élèvent ; quelques arbres, genres d'aréquier, aux troncs blancs, sont si minces, si élancés (fig. 4), ils semblent avoir poussé si vite qu'ils font songer à ces

gros fils de métal qu'on voit dans les usines se tordre et courir sur le sol sous l'action de laminoirs. C'est encore la section des lianes, fouillis inextricable. Des lianes gigantesques, dont on voit le commencement et jamais la fin, se glissent, rampent, s'accrochent aux arbres, grimpent, arrivent au sommet, se courbent et se replient, ou parfois, rompant sous leur poids leurs supports, retombent sur le sol avec eux. C'est une vie exubérante et prodigieuse. Ailleurs, au voisinage, par exemple, du palais du gouverneur, ce seront des pelouses vertes, des pentes molles, des bassins remplis de fleurs curieuses comme la *Victoria regia*, des avenues d'arbres magnifiques et rares. Mais tout cela n'est que l'accèssoire ; le Jardin de Buitenzorg n'a jamais sacrifié l'utile, le scientifique, au pittoresque ou au joli ; et la ca-



Fig. 3. — Palmiers dans le Jardin de Buitenzorg. (Ces échantillons montrent l'intensité de la végétation et la dimension des palmes.)

ractéristique, le mérite de ce jardin consiste dans une très belle collection de plantes tropicales rangées dans l'ordre le plus parfait, selon le procédé le plus commode pour les recherches.

Ce classement, l'honneur en revient à un Français, M. Diard, qui était, il y a déjà de longues années, plus d'un demi-siècle, membre d'une Commission scientifique chargée de la haute sur-

veillance de Buitenzorg. M. Diard eut l'idée d'un classement systématique, déjà très utile à une époque où les collections renfermaient 3.000 plantes, indispensable aujourd'hui qu'elles en renferment trois fois davantage. Le plan en est très simple. Chaque famille est groupée sur un même terrain, avec

ses divers membres : vous voulez étudier les pandanus, les légumineuses, les lianes, les arbustes, les herbacées, les plantes grimpantes : chacune est ici, en un point déterminé, groupant ensemble toutes les espèces. Chaque portion de terrain consacrée à une famille est portée sur le plan, numérotée, cataloguée. Dans la même famille, chaque plante a son numéro ; de plus, pour la facilité de l'étude, une étiquette verte, en bois, large, solide, qui ne peut ni se briser ni s'écarter, est enfoncée en terre au pied

de chaque plante ; elle porte le nom de l'espèce, de la famille et le numéro d'ordre. Ce numéro est répété sur le second échantillon (chaque espèce, dans le jardin, est représentée par deux échantillons) avec une lettre différentielle. Si, par hasard — cela arrive pour de gros arbres qu'on ne saurait déplacer — une plante ne se trouve pas à l'endroit où elle devrait être, parmi les autres espèces de la

même famille, alors l'étiquette, au lieu d'être verte, est rouge, afin que l'étudiant soit immédiatement prévenu contre une confusion possible. Parfois encore, on voit des arbres qui très évidemment n'appartiennent pas à la famille du terrain où ils se trouvent ; ces arbres sont des tuteurs, des arbres

quelconques, sans intérêt au point de vue de la classification, qui servent d'appui à une liane, à une plante grimpante, ou d'abri à des plantes délicates qu'il faut, durant leur jeunesse, protéger contre le soleil. Tel le café, qu'on abrite sous le Dadop (*Erythrina lithosperma*).

Cette disposition méthodique, si simple à imaginer, mais que seul Buitenzorg a su appliquer (et qui coûta beaucoup de peines et de l'argent, car le Jardin était déjà grand le jour où l'on entreprit de remanier la disposition des plantes, et il ne fallut



Fig. 4. — Palmiers et Aréquiers dans le Jardin de Buitenzorg. (Les troncs jaillissent pour ainsi dire du sol.)

pas moins de sept années, 1837 à 1844, pour tout transplanter suivant le plan adopté, sous la haute direction du Dr J.-K. Hasskarl, contrôlé par Teijsmann), cette disposition si commode pour le travailleur expliquerait à elle seule le nombre relativement considérable d'étudiants, presque tous déjà docteurs ès sciences et professeurs, qui viennent chaque année se fixer à Buitenzorg ; mais le Jardin

n'est pas tout ; il s'y joint de nombreux et importants laboratoires supérieurement outillés.

IV

Ce côté scientifique de Buitenzorg s'est vite et largement développé. Pendant longtemps, il n'y eut que deux, puis trois laboratoires. En 1890, il n'y en avait que quatre : un laboratoire de pharma-

les parasites et les épiphytes ; il est bien rare que le vrai feuillage d'un arbre se révèle avant 20 ou 25 mètres de hauteur. Au-dessous, il est caché par les feuillages parasites (fig. 5). Mais à Tjibodas, cet envahissement atteint des proportions incon- nues. Sur un seul arbre, on a compté 220 parasites ou épiphytes. C'est cette exubérance de la forêt vierge qui fait l'intérêt spécial du laboratoire de Tjibodas, et qui lui donne son caractère scientifique.



Fig. 5. — Une allée à Buitenzorg, montrant l'envahissement des troncs par les parasites.

cologie, deux de botanique, un de chimie agricole ; aujourd'hui, on en compte huit : chimie agricole, pharmacologie, zoologie agricole, phytopathologie et physiologie, laboratoire botanique réservé aux savants étrangers pour leurs travaux personnels, laboratoire pour l'étude du tabac, laboratoire pour l'étude du café, laboratoire de Tjibodas pour l'étude de la forêt vierge.

Le laboratoire de Tjibodas est d'ordre presque purement scientifique. On y étudie une végétation folle. Partout à Java les arbres sont envahis par

Les autres laboratoires sont le lien entre la science et l'agriculture ; ce ne sont pas seulement les savants qui en profitent, ce sont aussi les planteurs. Voici, par exemple, le laboratoire de chimie agricole : on y étudie la nature des terres, les engrais à y introduire, la fermentation des produits, la bactériologie, les plantes envoyées par les particuliers pour être examinées. Le laboratoire spécial pour le tabac est, plus encore, d'intérêt pratique et particulier. En fait, il y a comme deux laboratoires pour le tabac : l'un pour le tabac de Java, l'autre

pour le tabac de Deli (Sumatra). Cette division s'impose. Le tabac de Java se cultive, le plus souvent, sur des terres indigènes, sur des terres de paysans, lesquels ordinairement (il y a d'autres combinaisons) s'engagent à vendre leur récolte à l'Européen. Il en résulte que sur ce tabac, dont il n'a pas à diriger la culture, l'action de l'Européen ne commence qu'à partir du moment où il est récolté et mis en magasin; et ce que le laboratoire a

tés de leurs collègues. Un des aspects les plus intéressants de leur besogne est l'étude des parasites, soit végétaux, soit animaux, qui sont une cause de maladie pour les plantes. Et il y a deux laboratoires pour ces deux genres de recherches : un de zoologie agricole (titre peut-être médiocre), un autre de phytopathologie. Sur la canne à sucre, par exemple, on ne compte pas moins de 150 animaux. Cet afflux prodigieux d'ennemis de la cul-



Fig. 6. — Laboratoire à Buitenzorg. — Au premier plan, M. Treub, directeur de l'Institut de Buitenzorg.

à étudier pour lui, ce sont les phénomènes de fermentation, etc. Au contraire, le tabac de Deli se cultive sur des terres appartenant (sous réserve des droits de l'État) à l'Européen, au planteur; dès lors, à ce planteur le laboratoire peut rendre service, même pendant la période de la culture.

Aussi, les fonctionnaires de Buitenzorg (jardin et laboratoires) font-ils de fréquents voyages parmi les plantations. Ils inspectent, ils rapportent des matériaux pour leurs études, études approfondies qu'ils poursuivent avec leurs instruments, et assis-

ture est déterminé, d'une part, par l'exubérance de la vie végétale et animale à Java, d'autre part, par certaines imprudences inévitables commises de longue date et qui ont consisté à introduire, sans précautions suffisantes, dans un enthousiasme de curiosité scientifique, toutes plantes et tous végétaux, habiles ou non par des parasites dangereux. Mais nous, Français, nous n'avons pas à en blâmer les Hollandais, nous qui, prévenus pourtant, notamment par le regretté Raoul qui l'avait écrit dans son livre sur les *Cultures coloniales*, avons, faute de

précautions élémentaires, laissé entrer l'*Hemeleia vastatrix* dans les récentes plantations de café de nos colonies.

Parmi ces laboratoires (fig. 6), on en a certainement remarqué un qui porte le titre de « Laboratoire botanique réservé aux savants étrangers ». Buitenzorg se fait gloire d'offrir l'hospitalité aux botanistes des autres nations; non seulement il met à leur disposition ses riches collections et son jardin même, et ce laboratoire botanique que je viens de dire, mais il les admet dans toutes les parties de l'Institut : laboratoires spéciaux, herbier, bibliothèque, etc. De toutes les parties du monde, on répond à cet offre généreuse. Chaque année, il vient s'établir à Buitenzorg, pour des périodes variant de quatre mois à un an, des botanistes hollandais, allemands, scandinaves, italiens, etc. On n'en compte pas, on n'en a jamais compté d'Anglais ni de Français. Les Anglais ne viennent pas, à ce qu'il semble, par jalousie de patriotisme; ils vont de préférence aux Indes ou à Singapour, qui ne leur offrent pas, loin de là, ce que leur offre Buitenzorg; les Français, eux, qui n'ont pas encore ces motifs soi-disant patriotiques, semblent s'en tenir à l'indifférence. Cela ne les intéresse pas. C'est très regrettable : ni la science, ni la patrie française n'ont rien à y gagner.

Le Muséum devrait bien user de son influence et pousser vers les études tropicales et, par conséquent, vers Buitenzorg, les docteurs ès sciences frais émoulus de l'Université. Je sais bien que la jeunesse, profondément utilitaire, ne travaille plus guère dans l'intérêt de la science et s'inquiète avant tout de ce que telle attitude ou telle entreprise lui rapportera. A ces jeunes hommes d'esprit positif, le Muséum — et, sous ce titre collectif, j'évoque tant de professeurs éminents, à la tête desquels M. Milne-Edwards, digne continuateur d'un père illustre, et qui tous ont, à tout le moins, droit de conseil sur les étudiants — pourrait montrer l'avenir que leur ouvrirait, dans nos colonies, une compétence spéciale et incontestée, acquise sur place. Il n'est guère plus mis en doute que la richesse de notre empire colonial ne repose sur le développement de l'agriculture. Dans notre temps, même sur cette voie de l'agriculture, on ne s'aventurera plus à tâtons; on voudra, à l'empirisme — qui n'est jamais négligeable — joindre les méthodes et les procédés scientifiques. D'où — et cela a déjà commencé — création dans la métropole et dans les colonies, d'écoles, de stations agronomiques, de jardins d'essais, de laboratoires, de directions de l'agriculture. Ces postes, on les remplit aujourd'hui comme on peut; d'ici à quelques années, on sera plus exigeant et l'on voudra des hommes qualifiés. Voici que M. Doumer, par

exemple, gouverneur général de l'Indo-Chine, vient de placer à la tête de la Direction de l'agriculture à Hanoï, un docteur ès sciences bien connu, M. Capus : pense-t-on que ses successeurs se contenteront à moins? Au contraire, ils exigeront davantage. Ils voudront non seulement des titres, mais des titres appuyés sur de la pratique. Des titres, appuyés sur la pratique, voilà ce que fournirait un séjour à Buitenzorg. Six mois à un an de séjour, une pension au grand maximum de 400 à 500 francs par mois et la connaissance (indispensable) du malais (non de la langue littéraire, mais de l'espèce de *sabir*, de *pidgin*, qui se parle à Java et dont, surtout pour des Français qui le prononcent facilement et bien, quelques semaines de séjour vous donnent une possession suffisante); moyennant ces faciles conditions, nos jeunes docteurs feraient un séjour doublement profitable à leur savoir et à leur carrière.

V

Aux laboratoires, et comme complément d'outillage scientifique, sont joints un herbier et une bibliothèque.

L'herbier comprend deux parties : un herbier général de la flore tropicale et certaines collections réservées à la flore forestière. Aussi, parmi les fonctionnaires de l'Institut de Buitenzorg figure-t-il un garde forestier chargé de rassembler les éléments de cette collection spéciale. L'herbier naturellement, comme le reste de l'Institut, est dirigé par des savants européens; mais la manipulation et la garde sont confiées à des Javanais. Ils sont loin d'être ignorants. Ce sont eux qui rangent et qui étiquettent, et même, quand arrive un envoi, qui font le triage préliminaire; ils savent parfaitement déterminer les familles, souvent les genres et parfois même les espèces. En outre, ils sont précieux par le respect de la consigne une fois donnée et par le soin minutieux de ce qui leur a été confié. Les plantes séchées dont se compose un herbier sont, sous un climat comme celui de Java, menacées par des ennemis de toutes sortes, notamment les insectes et les moisissures. On les défend contre les insectes en les enfermant dans des cartons — comme nos cartons de banque — non pas en papier, mais en fer-blanc (il y en a plus de 1.200, contenant chacun 100 spécimens); contre l'humidité, en plaçant ces cartons sur des claies à jour, contre les moisissures on y introduisant force sublimé, naphtaline, sulfure de carbone.

La bibliothèque renferme environ 6.000 volumes, exclusivement d'ordre scientifique, et même — si l'on excepte les comptes rendus des Académies des Sciences — exclusivement d'ordre botanique. On y

trouve, au complet, les collections de toutes les grandes revues botaniques et les ouvrages les plus récents dans toutes les langues. A l'heure actuelle, on est en train de la reconstruire, et, détail fort intéressant, les frais de cette construction sont faits par de grands commerçants d'Amsterdam, qui ont remis dans ce but à M. Treub une somme de 10.000 florins, avec une somme un peu moindre pour en publier le catalogue. Mais ce n'est là qu'un exemple de l'intelligente générosité des particuliers : j'y reviendrai dans une autre partie de cet article.

Enfin, après les laboratoires, l'herbier, la bibliothèque, citons — instruments scientifiques de premier ordre — les publications de l'Institut de Buitenzorg.

Au premier rang, son catalogue. C'est, à propos de ce catalogue, qu'on voit bien la constance et la ténacité des Hollandais. Ils y ont travaillé sans relâche depuis près de quatre-vingts ans. Jamais ils ne se sont rebutés par lassitude devant cette tâche qui allait toujours s'élargissant; jamais ils ne se sont arrêtés par vanité, voyant combien leur activité était en retard sur la nature. Dès qu'ils ont eu des résultats à publier, ils les ont publiés, si modestes fussent-ils. Le Jardin fut fondé en 1817; dès 1823 on commence un catalogue. Sous la haute direction de Leinwardt, Blume, premier directeur du Jardin, assisté de l'anglais James Hooper, élève du Jardin de Kew et premier *hortulanus* de Buitenzorg, déterminent 912 espèces de plantes cultivées au Jardin et publient une première liste. Ce n'est qu'un premier pas. De mars 1825 à août 1826, Blume publie 17 livraisons de ses *Contributions à la Flore de l'Inde néerlandaise*, soit 1.170 pages de texte consacrées, en dehors des Orchidées, à 1.160 espèces déterminées. En 1826, nouveau catalogue mentionnant 1.200 espèces; en 1844, juste au moment où s'exécutait le classement méthodique des plantes, dont j'ai parlé plus haut, troisième catalogue avec 3.000 espèces; en 1864, quatrième catalogue, avec 8.000 espèces en culture permanente.

Mais le catalogue n'est qu'une entre cent publications à porter à l'actif de l'Institut de Buitenzorg. Ces publications peuvent être rangées sous cinq chefs :

1° *Verslag (Rapport annuel)*;

2° *Annales du Journal Botanique de Buitenzorg*;

3° *Mededeelingen uit s'Lands Plantentuin*;

4° *Icones Bogorienses* (pratiques) ;

5° Partie spécialement réservée au Directeur de l'Institut de Buitenzorg dans le recueil intitulé *Teijsmania*.

Le Rapport annuel (*Verslag omtrent den staat van's Plantentuin*) est une publication annuelle, qui date de 1868. En 1868, c'était un tout mince fas-

cicule de 4 pages petit format, où il n'était guère question que des envois faits au Jardin (plantes vivantes ou séchées). En 1869, 7 pages, mêmes sujets. En 1874, le rapport signale, outre les mêmes faits de la vie courante du Jardin, les essais de plantation entrepris à Java. En 1875, 38 pages consacrées principalement aux essais de culture; en 1876, 41 pages; en 1877, 99 pages, avec force statistiques concernant les mêmes essais. En 1882, le format du Rapport est doublé; c'est une brochure in-8° de 50 à 100 pages, qui, à la suite du rapport proprement dit, contient des études, par exemple : en 1882, *Etude sur la gutta-percha*, par le Dr Burck, directeur adjoint; en 1883, *liste des envois de plantes et graines faits par le Jardin*; *liste des plantes décrites par Teijsmann et Binnendijk dans le Natuurkundig Tijdschrift*; en 1886, *étude sur la manière de cultiver le jute*; etc., etc. A partir de 1893, le Rapport devient un véritable volume in-8° de 150 à 250 pages. Au Rapport proprement dit, qui comprend 90 pages en 1893, 122 pages en 1896, sont annexées des études sur diverses matières, les listes des plantes et publications reçues par le jardin, etc.

Les *Mededeelingen uit's Lands Plantentuin* (*Communications du Jardin national des Plantes*) datent de 1884. Ce sont, le plus souvent, des études d'intérêt pratique, qui visent à faire connaître les ressources du pays ou à aider à la dissémination d'espèces utiles. Par exemple, 1884 : rapport sur une *Enquête concernant les diverses espèces d'arbres à gutta-percha, dans les hautes terres de Padang*, par Burck; 1886 : *le Minjak Tengkarang et autres graisses végétales peu connues de l'Inde néerlandaise*; 1887 et 1889 : *Maladie de la feuille du caféier*; 1889 : *Histoire du Jardin*, par le Dr Treub; 1891 : *La présence de bactéries dans la Canne à sucre*, par Janse; 1893 : *Monografia de plantis venenatis et sopientibus quæ ad pisces capiendos adliberi solent*, par Greshoff; 1894 : *Contribution à la connaissance des espèces d'arbres de Java*, par Koorders et Veleton; *Dictionnaire botanique des arbres de Java, indications sur l'emploi des bois*, par Koorders; *Premiers résultats des recherches sur les principes végétaux (au point de vue médical) des plantes de l'Inde néerlandaise*, par Boorsma; 1896 : *La maladie dite : Bitit du tabac de Deli, occasionnée par le Phytophthora Nicotianæ*, par van Breda de Haan; 1897 : *Recherches sur quelques espèces de terrain à Deli*, par van Bijlert; 1898 : *La pluie et le reboisement à Deli*, par le Dr J. Van Breda de Haan; *Premier aperçu des insectes nuisibles et utiles de Java*, par J.-C. Koningsberger.

Ces deux publications s'adressent évidemment au monde entier; mais, étant exclusivement rédigées en langue hollandaise, elles ont surtout pour

lecteurs des Hollandais et, d'après la courte analyse que nous venons d'en faire, on voit qu'elles intéressent surtout l'administration et l'agriculture des Indes néerlandaises. Il en est autrement de la publication intitulée : *Annales du Jardin botanique*. Le titre est en français, et les articles sont exclusivement en l'une des trois langues : français, anglais et allemand. Le directeur, M. Treub, à qui est due cette innovation, a compris que c'était d'un patriotisme étroit et peu intelligent que de se servir d'un idiome qui n'est guère parlé ni lu en dehors de la petite Hollande, et, dans l'intérêt de la science et aussi de la renommée des savants hollandais, il a imposé aux collaborateurs des *Annales* l'usage de l'une des trois seules langues qui, jusqu'ici, sont parlées et lues dans le monde entier.

Enfin, après ces diverses publications, il convient de citer quelques notices (*Korte Berichten*), inaugurées en 1896, destinées surtout au grand public, et qui contiennent des avis pratiques, des enseignements pour les planteurs. Ce sont, par exemple : *les Insectes ennemis de la culture du café*, par Koningberger; *les terrains utilisés à Deli pour la culture du tabac et leurs qualités*, par Van Bijlert. Beaucoup de ces notices ne sont que la reproduction d'articles parus dans d'autres recueils : *Teijsmania*, *Annales*, etc.

VI

L'Institut botanique de Buitenzorg, tout préoccupé qu'il soit de son rôle scientifique, ne néglige certes pas, on a déjà pu s'en rendre compte, l'intérêt pratique de l'agriculture. Dans ses laboratoires et ses publications de divers ordres, il consacre une bonne partie, peut-être la meilleure partie de sa place et de son temps, à des recherches qui intéressent l'agriculture autant et davantage que la science pure. Et toutefois, nous n'avons encore parlé qu'incidemment de la partie spéciale, de l'organisme distinct, qui, dans l'Institut, est plus particulièrement chargé des recherches et travaux pratiques de culture : c'est le Jardin d'agriculture, dit encore Jardin d'essais de Tjikeumeuh.

Ce Jardin a été fondé en 1876. Déjà, depuis longtemps, le budget de Java avait consacré des sommes importantes à essayer certaines cultures : par exemple, en 1851, 11.000 florins destinés à introduire la culture de la vanille; dans la même année, les plantations de *Cinchona calisaya*. Mais, en 1876, ces essais intermittents devinrent une entreprise régulière et méthodique¹.

Le Jardin de Tjikeumeuh, ou Jardin d'agriculture, ou plus exactement Jardin d'essai, mesure 70 hectares; il a un directeur (placé, bien entendu, sous les ordres du Directeur général de l'Institut botanique), un jardinier en chef, une centaine d'ouvriers, et, avec cela, un outillage scientifique : laboratoire de chimie et de physiologie, dont le titulaire est le Dr Van Romburgh, directeur du Jardin d'essai. Ainsi organisé et outillé, voici comment le Jardin d'essai complète le Jardin botanique :

Le Jardin botanique enregistre et emmagasine tout. Jamais une plante, qui une fois y est entrée, ne peut disparaître sans qu'on le sache et sans qu'on ait gardé trace de son passage. Parmi ces plantes entrées au Jardin botanique, la direction fréquemment en choisit quelque une qui lui paraît devoir, au point de vue industriel ou agricole, présenter un intérêt particulier. Elle en passe alors au Jardin d'essai des graines ou des boutures, fournies par les deux échantillons réglementaires. Et sur ces graines et boutures, le Jardin d'essai va opérer et opérer en grand. Ou encore, il arrive parfois que de ces plantes entrées au Jardin botanique, la direction n'a, pendant des années, soupçonné en rien l'utilisation pratique. Elle les a enregistrés et entretenus parmi les milliers d'autres qu'elle possède, sans y faire la moindre attention. Puis, un beau jour, quelque part en Europe, un savant, un jardinier, signale leur valeur médicinale ou agricole. Aussitôt, dès qu'elle a entendu cet appel, la direction de Buitenzorg se reporte à ses deux échantillons; elle en tire graines ou boutures, elle les confie au Jardin d'essai, et, le jour où, de La Haye, on l'invite à rechercher à son tour l'utilité possible de l'espèce signalée, elle peut répondre que les recherches sont, dès longtemps, commencées, et que déjà elles ont donné tels résultats. C'est ce qui advint notamment lors de la révélation des propriétés de la cocaïne, alcaloïde tiré de la coca; le Jardin botanique avait deux pieds d'*Erythroxylon*, dont le Jardin d'essai avait, au premier indice, déjà tiré et répandu à profusion les graines et les boutures. De même, plus tard, pour la fameuse kola rouge, de notre compatriote Heckel; 20.000 graines avaient déjà été distribuées dans Java, quand le Ministère des Colonies de La Haye invita le Jardin botanique à entreprendre des essais sur cette plante si intéressante.

Le Jardin d'essai se conduit d'après un principe absolument différent du principe du Jardin botanique. Le Jardin botanique accepte, recherche

mais qui, tel qu'il est, mérite d'être consulté par toutes les personnes désireuses d'étudier une culture déterminée, à cause des renseignements généraux et particuliers qu'il contient.

¹ Le Dr Van Romburgh, qui est à la tête de ce Jardin, a publié un *Petit guide du visiteur au Jardin de Tjikeumeuh*, lequel, ainsi que l'auteur l'indique dans sa préface, est un ébauche de l'ouvrage plus étendu qu'il se propose d'écrire sur les plantes cultivées dans les colonies néerlandaises,

tout; le Jardin d'essai, entre toutes les plantes, ne choisit que celles qui, au point de vue industriel ou agricole, présentent une utilité pratique. Mais alors il ne se contente plus d'en cultiver deux pieds; il en met en culture des quantités importantes, de façon à pouvoir faire des essais sérieux et ensuite à en distribuer de nombreux échantillons. D'ailleurs, comme au Jardin botanique, il groupe chaque famille sur un terrain distinct. Ce sont par exemple :

Les *Dioidi* (*Cesalpinia coriaria*), plantes à tannin;

Les guttas; les bois d'acajou;

Les camphriers, notamment de Sumatra, qui ont, au cœur même de l'arbre, des blocs, des cristaux de camphre agglomérés;

Les graminées donnant des huiles essentielles;

Les thés; les cafés;

Les bananiers *abaca* (*Musa mindanensis*), pour la fibre;

Les bois de fer (*Eusideroxylon Zwageri*), inattaquables par les insectes autant que le fer, et plus que lui difficiles à travailler;

L'arbre à graisse de Bornéo (*Dipterocarpus*);

Les lianes à caoutchouc, qui, jusqu'ici, n'ont jamais été cultivées méthodiquement, et dont, par suite, il est encore impossible de dire qu'une exploitation régulière « paiera »;

Des arbres du Brésil producteurs de caoutchouc (*Castilloa elastica*);

Le *Ficus* de Zanzibar, cultivé à Java depuis dix ans au plus, et sur lequel on n'a pas encore institué d'expériences;

Les muscades; le caoutchouc du Para;

La kola d'Afrique;

Le cacao;

Les plantes pharmacologiques et médicinales, etc., etc.

Les plantes à alcaloïdes, dont chaque semaine les laboratoires de chimie et de pharmacologie dégagent jusqu'à deux ou trois alcaloïdes encore inconnus;

L'*Eucalyptus*, dont il n'est pas permis de dire que ce soit un assainissant par son essence, mais qui peut, jusqu'à un certain point, en jouer le rôle, parce que sur l'eau en excès dans la terre, il agit mécaniquement, comme pompe physiologique, et parce qu'il agit sur l'air en transpirant abondamment;

Les riz, qui sont d'une importance capitale pour Java, et sur lesquels on fait des expériences concernant : l'action de l'eau (Java possède des régions sèches et des régions humides et on les ensemeince chacune avec des variétés de riz différentes); la manière de planter (planter l'épi suivant la méthode indiquée, ou le grain décortiqué suivant le

procédé de Holle, et encore semer le grain à la place où il doit définitivement lever, ou le semer en pépinière pour le repiquer plus tard, etc., etc.).

Chacune de ces plantes est cultivée en nombre et sur une étendue qui permettent d'instituer des expériences. Le rôle du Jardin d'essai est d'abord de contrôler les dires du Jardin botanique; ensuite, de faire, dans l'intérêt de l'agriculture, certaines recherches d'ordre botanique ou chimique; enfin, de disséminer dans l'Inde néerlandaise les espèces utiles. La liste des services qu'il rend serait trop longue : bornons-nous à quelques exemples :

Le muscadier, qui produit les muscades, est un arbre monosexué : il y a le muscadier mâle et le muscadier femelle. Jusqu'à l'âge d'environ huit ans, on n'en peut distinguer le sexe; d'où grand embarras du planteur. En effet, il n'a aucun intérêt à avoir en abondance des muscadiers mâles; il lui en faut, dans sa plantation, quelques sujets, un ou deux pour un nombre donné de femelles, comme, en élevage, on a un taureau pour un nombre donné de vaches. Or, le Jardin d'essais rend aux planteurs le service de déterminer le sexe des muscadiers, et dès lors, de leur fournir des sujets du sexe demandé.

Sur le thé, on a entrepris des expériences d'un haut intérêt. On en a, au laboratoire spécial, retiré une huile essentielle qui dégage la plus pénétrante odeur de thé; cette huile, on en verse quelques gouttes sur le thé mis en caisses pour être livré au commerce, et on lui donne ainsi un parfum supérieur, sur la qualité duquel on attend l'opinion du consommateur.

Pour le café, on fait des expériences touchant l'espace libre à laisser entre chaque pied. Java, pendant longtemps, n'a cultivé que le café dit de Java (originaire de Moka, Bourbon, etc.). Mais l'invasion de l'*Hemeleia vastatrix* a fait introduire une autre variété : le *Liberia*; le *Liberia* est plus vigoureux, et donne, par pied, plus de fruits; mais il exige plus d'espace et plus d'air; résultats, au *bon* (environ 7.000 mètres carrés), le *Liberia* donne 500 livres de fruit, le Java en donne 1.000; mais le Java est plus sensible à l'*Hemeleia vastatrix* : de là, quantité de questions nouvelles à résoudre et nécessité de nouveaux essais.

Et ainsi de suite : on pourrait multiplier les exemples. J'ajoute que le Jardin d'essai ne garde pas ses secrets pour lui : il publie le résultat de presque toutes ses expériences; il distribue librement graines et boutures, non seulement à travers l'archipel indo-néerlandais, où il les répand chaque année par milliers, mais même parmi les nations amies, qui sont, au fond, des nations rivales. En 1897, j'ai vu notre compatriote Raoul, le savant auteur du *Manuel des cultures colo-*

niales, qui vient de mourir si prématurément, emballer à destination de nos colonies (Indo-Chine, Afrique, etc.) des centaines de boutures et des milliers de graines, qu'il tenait de la libéralité du Jardin d'essai et de l'Institut botanique de Buitenzorg.

VII

Pour ajouter à cette étude sommaire une plus grande valeur documentaire, il n'est pas hors de propos d'y joindre un aperçu de l'organisation administrative et financière de l'Institut botanique de Buitenzorg. L'Institut obtient des résultats certes considérables; on va voir que l'État indonésien, s'il lui a un temps marchandé les crédits, sait aujourd'hui faire ce qu'il doit faire, et que les planteurs eux-mêmes l'apprécient à sa pleine valeur.

L'Institut comprend 9 divisions. Voici, pour chacune d'elles, la composition numérique et le budget.

BUDGET DE 1897

	FLORINS ¹
Le Directeur	14.400
DIVISION I. — <i>Herbier et Musée.</i>	
Chef (le Directeur adjoint de l'Institut)	9.600
Conservateur	2.400
	12.000
DIVISION II. — <i>Laboratoire de Botanique.</i>	
Chef	7.800
* Botaniste pour l'étude spéciale du tabac de Java ²	6.000
* Frais de laboratoire et de déplacements.	700
	14.500
DIVISION III. — <i>Jardin d'essai et Laboratoire de Chimie agricole.</i>	
Chef	7.800
Assistant chimiste.	4.200
* Assistant chimiste pour l'étude du thé.	3.600
Frais spéciaux pour laboratoire.	600
Jardinier	1.800
Ouvriers (Buitenzorg)	6.000
Ouvriers (Tjibodas)	840
	24.000
DIVISION IV. — <i>Laboratoire de Pharmacologie.</i>	
Chef	7.200
Frais de laboratoire.	1.000
	8.200
DIVISION V. — <i>Jardin botanique proprement dit et Jardin de Tjibodas.</i>	
Chef	5.400
Chef adjoint	2.400
Jardinier	1.800
Ouvriers (Buitenzorg)	9.600
Ouvriers (Tjibodas)	840
	20.040
DIVISION VI. — <i>Bureau. — Bibliothèque. Atelier photographique.</i>	
Chef de bureau	2.400
Photographe	3.600
A reporter	93.140

¹ Le florin vaut 2 fr. 07 et, grâce au système monétaire des Indes néerlandaises, ne perd rien au change en Europe.

² Toutes les rubriques marquées * sont entretenues aux frais des planteurs des Indes néerlandaises intéressés.

Report	93.140
Commis	900
* 2 ^e Commis	300
Garçons de laboratoire, bureau, etc.	2.100
Livres, ustensiles, instruments, réactifs, etc.	12.000
	21.300

DIVISION VII. — *Flore forestière.*

Chef (garde général des Forêts).	6.000
Botaniste	6.000
Frais de voyages et autres.	7.000

19.000

DIVISION VIII. — *Laboratoire pour l'étude du Tabac de Deli.*

* Chef (botaniste).	12.600
* Chimiste	8.400
* Assistant chimiste	4.200
* 2 ^e Assistant chimiste	3.000
* Frais de voyages et laboratoire.	2.400

30.000

DIVISION IX. — *Laboratoire pour l'étude du Caféier.*

* Chef (chimiste)	9.600
* Botaniste.	7.200
* Frais de voyages, laboratoire	5.700

22.500

En outre de ces 9 divisions, il y a un Laboratoire de Zoologie agricole, consacré, sous les ordres du Directeur de l'Institut, à l'étude spéciale des maladies dans les grandes cultures, causées par des animaux.

1. — *Laboratoire de Zoologie agricole.*

* Naturaliste	9.000
* Frais généraux	1.000

10.000

2. — *Publications.*

Annales	1.500
Mededeelingen et Rapports	1.500

3.000

3. — *Constructions neuves et réparations.*

Dépenses.	10.000
-------------------	--------

4. — *Indemnités de logement.*

Somme.	7.200
----------------	-------

TOTAL GÉNÉRAL. 216.140

Sur ce chiffre total, 216.140 florins, en chiffres ronds 445.000 francs, nous n'avons plus ici qu'une remarque à faire. Cette somme importante n'est pas tout entière, loin de là, imputable au chapitre de l'Instruction publique. Voici comment elle se répartit :

Instruction publique.	93.840 florins.
Autres départements.	49.200 —
Fondations particulières.	73.100 —

Ce dernier chiffre, notamment, ne saurait passer inaperçu. Voilà une somme de 130.000 francs qui est annuellement fournie à des savants : botanistes, chimistes, zoologistes, pour leur permettre des études dont l'industrie agricole attend les plus grands services. Ce sont les planteurs de cannes à sucre, de tabac, de café et de thé, qui appellent ainsi la science à leur aide. Cette attitude d'hommes

dont l'esprit pratique est universellement reconnu, confirme l'opinion que, pour notre part, nous ne cessons de soutenir : il n'y a pas d'agriculture possible en dehors de la science et de l'expérience combinées.

Tel est ce jardin de Buitenzorg, si célèbre et à si juste titre. A cette heure où tous les hommes compétents en France sont d'accord que l'agriculture de nos colonies a besoin d'être guidée par des hommes de science, qui auront, au préalable, fait des observations et institué des expériences, il n'aura pas été inutile de faire connaître, avec quelques détails, cet organisme si intéressant et les éminents services qu'il rend à l'Etat, aux particuliers.

Nous avons dans nos colonies un peu plus d'une demi-douzaine de jardins qui, sous divers noms, visent à assister les colons et les planteurs; il n'y en a pas plus de deux à qui leur organisation permette de les assister efficacement, et, sur les

deux, il en est un à qui l'état de son budget défend de rien faire. Les autres sont des jardins d'agrément ou des joujoux scientifiques.

Le jour prochain où notre Ministère des Colonies, qui commence seulement à admettre l'importance de l'agriculture aux colonies, va pousser les colonies à organiser enfin de véritables jardins d'essai, il ne pourra leur proposer un meilleur modèle que celui de Buitenzorg. Et le fait que l'Institut dispose d'un crédit de 440.000 francs, somme de nature à effrayer tous nos budgets, ne devra pas être une objection. Ce ne sont pas les sommes dépensées qui font l'excellence de Buitenzorg, c'est la conception et l'exécution. On peut, à moindres frais et sur une moindre échelle, faire aussi bien.

Joseph Chailley-Bert,

Professeur
à l'Ecole libre des Sciences politiques,
Secrétaire général
de l'Union coloniale française.

LES THÉORIES MODERNES DE L'ÉLECTROLYSE

DEUXIÈME PARTIE : TRAVAIL DE L'ÉLECTROLYSE

Dans la première partie de ce travail¹, nous avons étudié la constitution et la conductibilité des électrolytes. Nous savons maintenant que les ions arrivent avec des quantités déterminées d'électricité aux électrodes; nous savons également qu'en arrivant aux électrodes ils reçoivent une quantité d'électricité égale et de signe contraire à celle qu'ils possèdent, qu'ils perdent ainsi leur charge et passent aussitôt à l'état moléculaire. Ce changement d'état ne se fait pas sans dépense de travail.

Tout travail électrique peut être considéré comme un produit de deux facteurs : la quantité d'électricité et la tension ou force électromotrice. Nous nous sommes occupés jusqu'ici de la quantité d'électricité qui passe dans un électrolyte; nous allons considérer maintenant la tension ou force motrice nécessaire à la séparation, à l'état moléculaire, des éléments d'une électrolyte, en d'autres termes la force électromotrice nécessaire au fonctionnement de l'électrolyse.

D'après M. Le Blanc², chaque ion retiendrait la charge qui lui est propre en vertu d'une certaine attraction, mesurable en volts, et qu'il appelle *intensité d'adhérence* (Haftintenzität). D'après son

hypothèse, c'est en fournissant à chaque ion un potentiel au moins égal à son intensité d'adhérence et de signe contraire à celle-ci qu'on pourrait seulement provoquer le phénomène de l'électrolyse; et la force électromotrice nécessaire par l'électrolyse d'une molécule serait au moins égale à la somme des intensités d'adhérence de ses ions. Nous verrons plus loin comment M. Le Blanc détermine ces intensités d'adhérence (voir page 417).

Quelle que soit la valeur de cette hypothèse, ce qu'il nous importe d'établir, c'est l'expression de la tension, ou force électromotrice, entrant dans l'expression du travail nécessité par l'électrolyse.

I. — NATURE DU TRAVAIL DE L'ÉLECTROLYSE.

Ce travail comprend principalement :

1° Le travail de séparation des éléments de l'électrolyte :

$$\int_0^t e i dt;$$

nous désignerons cette partie du travail, qui est de beaucoup la plus importante, sous le nom de *travail de polarisation* (nous verrons plus tard la raison de cette dénomination);

2° Le travail relatif au transport des ions, travail qui se traduit par de l'énergie calorifique :

$$\int_0^t i^2 r dt.$$

¹ Voyez la première partie de ce travail dans la *Revue* du 15 mai 1898, pages 358 à 370.

² Nota. — Dans les figures 1 et 2 (p. 366), les flèches indiquent le sens et non la grandeur des vitesses des ions et cathions.

² *Zeitschr. f. physik. Chem.*, t. VIII, p. 299, (1891); t. XII, p. 333 (1893).

A ces deux parties intégrantes du travail, il faut encore ajouter :

3° Le travail résultant du *phénomène de Peltier* au contact de l'électrolyte et des électrodes. Nous rappelons que le phénomène de Peltier consiste dans l'échauffement ou le refroidissement que subissent, par le passage du courant, les points de contact de deux conducteurs. Soit Π la quantité de chaleur positive ou négative dégagée par seconde, pour un courant égal à l'unité aux points de contact de l'électrolyte et des électrodes, par suite du phénomène de Peltier; le travail correspondant sera :

$$\int_0^t i \Pi dt,$$

J étant l'équivalent mécanique de la chaleur;

4° Le travail résultant de la *pression exercée par le dépôt métallique sur la cathode*. M. Bouty¹, qui a fait une étude approfondie de ce sujet, a démontré que cette pression, qui peut atteindre des valeurs considérables, croît avec la durée pendant laquelle le courant passe et avec l'intensité du courant; désignons par τ le travail correspondant.

On a donc pour l'expression du travail total :

$$\mathcal{E} = \int_0^t e i dt + \int_0^t i^2 r dt + J \int_0^t i \Pi dt + \tau$$

$$\text{ou (9)} \quad \mathcal{E} = \int_0^t i (e + ir) dt + \left[J \int_0^t i \Pi dt + \tau \right].$$

Généralement, on ne tient compte que de la première partie de cette expression et on néglige la deuxième partie. On a alors :

$$\mathcal{E} = \int_0^t i (e + ir) dt.$$

La grandeur $e + ir$ représente la *force électromotrice nécessaire au fonctionnement de l'électrolyse*. Elle se compose de deux valeurs :

1° De la tension e , dite *force électromotrice de polarisation*;

2° De la tension ir , résultant de la résistance r de la cuve.

La force électromotrice de polarisation est indépendante des dimensions de la cuve électrolytique et des électrodes; elle ne dépend que de la nature des éléments en présence. La tension ir dépend des dimensions de la cuve et de celles des électrodes, ainsi que de la nature des éléments en présence.

Nous établirons l'expression de la force électromotrice de polarisation de deux manières :

1° En fonction de la chaleur de formation de l'électrolyte;

2° En fonction de la pression osmotique et de la tension de dissolution électrolytique.

On appelle tension de dissolution électrolytique la pression avec laquelle un corps pouvant former des ions fait passer ceux-ci dans le dissolvant.

Dans ces deux déterminations, nous aurons à tenir compte de la *chaleur de réaction*. Il importe, tout d'abord, d'en donner le sens exact.

II. — CHALEUR DE RÉACTION.

On sait que toutes les réactions chimiques sont accompagnées d'un changement d'énergie potentielle des corps en réaction¹. Ce changement d'énergie se traduit :

1° Par un dégagement ou une absorption de chaleur w_0 , suivant que la réaction est exothermique ou endothermique; w_0 se mesure au calorimètre; nous supposons que w_0 est exprimé en petites calories;

2° Par une variation de volume, entraînant un travail extérieur positif ou négatif; ce travail extérieur résulte de ce que le volume varie sous pression, généralement sous la pression atmosphérique. Si nous exprimons le volume en litres et la pression en kilogrammes par mètre carré, ce travail, sous la pression atmosphérique, sera représenté par $(v - v')$ 10,34 kilogrammètres. Or, une calorie-gramme-degré correspond à 0,426 kilogrammètre; donc, l'équivalent thermique w_1 , de travail extérieur, a pour expression :

$$w_1 = \frac{(v - v') 10,34}{0,426} \text{ cal.-gr.-degrés.}$$

La chaleur de réaction W s'exprimera donc par :

$$W = w_0 + w_1.$$

Cette expression ne dépend que de l'état initial et de l'état final des substances; elle est indépendante des réactions intermédiaires.

Dans un grand nombre de réactions, on peut négliger w_1 ; mais, dans un certain nombre d'autres, w_1 a une valeur importante, lorsque, par exemple, ces réactions sont accompagnées de formation de gaz. Supposons, par exemple, qu'il se forme une quantité d'hydrogène égale à son poids moléculaire; on a pour w_1 la valeur :

$$w_1 = \frac{22,35 \times 10,33}{0,426} = 542 \text{ cal.-gr.-degrés}^2.$$

III. — CALCUL DE LA FORCE ÉLECTROMOTRICE DE POLARISATION EN FONCTION DE LA CHALEUR DE FORMATION DE L'ÉLECTROLYTE. FORMULE DE THOMPSON.

Tout travail électrique peut être exprimé par la formule :

$$\mathcal{E} = eQ \text{ joules.}$$

¹ BOUTY : *Journal de Physique*, 1^{re} série, t. IX, p. 386 et 506 (1880), et t. VIII, p. 341 (1879).

² VOGEL : *Loc. cit.*, p. 29 et 30.

¹ Voir BOUTY : *Journal de Physique*, 1^{re} série, t. VIII, p. 289 (1879), et t. X, p. 241 (1881).

Or, 1 joule représente $\frac{1}{9,81}$ kilogrammètre; donc :

$$\mathcal{E} = \frac{eQ}{9,81} \text{ kilogrammètres.}$$

D'autre part, 0,425 kilogrammètre équivaut à 1 calorie-gramme-degré; donc, le travail électrique \mathcal{E} équivaut à une quantité de chaleur W donnée par l'expression :

$$W = \frac{eQ}{0,425 \times 9,81} = \frac{eQ}{4,17} \text{ cal.-gr.-degrés.}$$

Pour une molécule-gramme, $Q = 96.540 \times n$ coulombs, n étant la valence des cations; donc, en substituant cette valeur de Q dans l'expression précédente, on a, pour la chaleur de formation d'une molécule-gramme :

$$W = en \times 23.067 \text{ cal.-gr.-degrés.}$$

d'où :

$$e = \frac{W}{n} \times \frac{1}{23.067};$$

telle est la formule de Thompson.

La formule de Thompson a été établie sans qu'on se soit préoccupé des variations de température que peut subir le système, pendant la transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique. Or, pendant cette transformation, le système peut émettre de la chaleur ou, au contraire, en absorber; dans le premier cas, il s'échauffe et le travail de décomposition est plus petit que celui qui correspond à la formation de chaleur; dans le second cas, il se refroidit et le travail de décomposition est plus grand que celui qui correspond à la formation de chaleur. Nous allons calculer la quantité de chaleur qu'il faut enlever ou fournir au système, pour que sa température reste constante; et nous en déduirons le *facteur correctif* qu'il faut joindre à la formule de Thompson pour la rendre exacte. Ce calcul a été fait par Helmholtz¹ pour les piles réversibles, et peut être appliqué aux cuves électrolytiques réversibles. Les piles et cuves électrolytiques réversibles sont telles que les phénomènes chimiques et physiques dont elles sont le siège, changent de signe ou conservent leur grandeur absolue quand on renverse le sens du courant.

C'est par l'application d'un des principes fondamentaux de la Thermodynamique relatif aux phénomènes réversibles, le principe de Carnot, que Helmholtz est arrivé à corriger la formule de Thompson. Tout en appliquant le principe de Carnot, nous suivrons cependant une voie un peu différente de celle suivie par Helmholtz; nous suivrons la voie qu'a indiquée M. Bouty :

Pour appliquer le principe de Carnot à une pile, nous exprimerons, à l'aide de deux variables indépen-

dantes, la quantité de chaleur dW qu'il faut fournir à l'élément pour produire une transformation infiniment petite, puis nous exprimerons que $\frac{dW}{T}$ est une différentielle exacte, T étant la température absolue. Nous prendrons comme variables indépendantes la température T et la quantité d'électricité Q qui a traversé la pile. Soit e la force électromotrice de polarisation de la pile. La quantité de chaleur dW qu'il faut lui fournir pour augmenter de dQ la quantité d'électricité qui a passé dans le sens déterminé par la force électromotrice, et de dt la température, correspond à un accroissement dU de l'énergie potentielle de la pile et à un accroissement edQ de l'énergie électrique. Désignant par J l'équivalent mécanique de la chaleur, on a donc :

$$(a) \quad dW = \frac{1}{J} (dU + edQ).$$

La variation d'énergie dU dépend, nous le savons, de la quantité d'électricité dQ , mais elle peut dépendre aussi de la température. Posons

$$(b) \quad dU = \frac{\partial U}{\partial T} dt + \frac{\partial U}{\partial Q} dQ,$$

et substituons à dU sa valeur dans l'équation (a), il vient :

$$(c) \quad dW = \frac{1}{J} \left[\frac{\partial U}{\partial T} dt + \left(\frac{\partial U}{\partial Q} + e \right) dQ \right];$$

d'où l'expression de l'entropie :

$$(d) \quad dS = \frac{dW}{T} = \frac{1}{J} \left[\frac{1}{T} \frac{\partial U}{\partial T} dt + \frac{1}{T} \left(\frac{\partial U}{\partial Q} + e \right) dQ \right].$$

Il reste à exprimer que dS est une différentielle exacte. Il faut pour cela que l'on ait :

$$(e) \quad \frac{\partial \left(\frac{1}{T} \frac{\partial U}{\partial Q} \right)}{\partial Q} = \frac{\partial \left[\frac{1}{T} \left(\frac{\partial U}{\partial T} + e \right) \right]}{\partial T},$$

c'est-à-dire, toutes simplifications faites, que

$$(f) \quad \frac{\partial U}{\partial Q} + e = T \frac{de}{dT}.$$

Cela posé, l'expression (c) de dW devient :

$$(g) \quad dW = \frac{1}{J} \frac{\partial U}{\partial T} dt + \frac{T}{J} \frac{de}{dT} dQ.$$

L'équation (g) exprime que, pour maintenir invariable la température de la pile ($dt = 0$), quand la quantité dQ d'électricité la traverse en produisant un courant d'intensité infiniment petite (condition de réversibilité), il faut lui fournir une quantité de chaleur :

$$(h) \quad dW = \frac{T}{J} \frac{de}{dT} dQ$$

proportionnelle à 1° à la quantité d'électricité qui passe, c'est-à-dire à l'intensité du courant et au temps; 2° à la température absolue; 3° à $\frac{de}{dT}$, c'est-à-dire à la variation thermique de la force électromotrice de polarisation de la pile rapportée à 1°. — Si $\frac{de}{dT}$ est positif, la pile considérée dans son ensemble tend à se refroidir, quand un courant la traverse dans le sens déterminé par sa force électromotrice; il faut lui fournir de la chaleur pour maintenir sa température constante. Quand $\frac{de}{dT}$ est négatif, elle tend à s'échauffer, il faut lui enlever de sa chaleur⁴.

¹ H. v. HELMHOLTZ : *Journal de Physique*, 2^e série, t. III, p. 396 (1884).

⁴ JAMIN : *Cours de Physique*, entièrement refondu par M. Bouty, t. IV, 1^{re} partie, p. 267-269.

Il nous reste à calculer la force électromotrice de polarisation résultant de la quantité de chaleur à fournir pour maintenir invariable la température de la pile. Multiplions par J les deux membres de l'équation (h), nous aurons :

$$(i) \quad JdW = T \frac{de}{dt} dQ;$$

d'autre part, $JdW = d\bar{e}$, mais $d\bar{e} = edQ$ donc :

$$(k) \quad JdW = edQ.$$

Des équations (i) et (k) il résulte que

$$e = T \frac{de}{dt} = T \frac{de}{dT}.$$

Tel est le facteur correctif à ajouter au deuxième membre de la formule de Thomson pour la rendre exacte; on a alors, pour la formule corrigée, dite *formule de Helmholtz*:

$$(10) \quad e = \frac{1}{23,067} \frac{W}{n} + T \frac{de}{dT}.$$

La formule de Thomson n'est donc exacte que si 1° la température absolue $T = 0$, ou si 2° la force électromotrice de polarisation de la pile ou de la cuve électrolytique ne varie pas avec la température de l'électrolyte. Nous n'aurons, en pratique, qu'à tenir compte de la deuxième condition et nous dirons que *la formule de Thomson n'est exacte que si la force électromotrice de polarisation de la cuve électrolytique est indépendante de la température*.

La formule de Helmholtz a été vérifiée expérimentalement par plusieurs savants, notamment par MM. Bouty et Jahn.

M. Jahn considère que, dans des limites restreintes, on peut admettre que la force électromotrice de polarisation e est proportionnelle à la température t , et que l'on a :

$$\frac{de}{dt} = \frac{e}{t}.$$

Nous indiquons dans le tableau suivant quelques valeurs du facteur correctif de Helmholtz, déduites des expériences de M. Jahn. Les forces électromotrices correspondent à la température de 0° ($T = 273$).

ÉLECTROLYTES	e , déduit de la formule de Thomson	$T \frac{de}{dt}$	e total (formule de Helmholtz)
CuSO ₄	1,216	0,457	1,673 volts
ZnSO ₄	2,314	0,401	2,715 —
Cu (AzO ₃) ₂	1,191	0,441	1,632 —

IV. — CALCUL DE LA FORCE ÉLECTROMOTRICE DE POLARISATION EN FONCTION DE LA PRESSION OSMOTIQUE ET DE LA TENSION DE DISSOLUTION ÉLECTROLYTIQUE.

La nouvelle expression de la force électromotrice

de polarisation que nous allons chercher à établir est loin d'être aussi générale que la première¹ (chap. III); elle ne s'appliquera qu'aux piles réversibles², et, par suite, elle ne nous donnera que la force électromotrice de polarisation nécessaire au fonctionnement de certaines cuves électrolytiques, ces cuves n'étant autres que les piles réversibles jouant, non plus le rôle de générateurs de courant, mais de récepteurs.

Avant de faire aucun calcul, il nous importe de connaître quelques phénomènes généraux relatifs à la *tension de dissolution électrolytique*.

§ 1. — Tension de dissolution électrolytique.

Nous savons que les substances qui entrent comme éléments dans les électrolytes ne peuvent passer de leur état moléculaire à l'état d'ions que si elles trouvent l'occasion de prendre une certaine charge électrique. Les métaux, y compris l'hydrogène, passent toujours, lors de leur dissolution, à l'état d'ions et doivent conséquemment recevoir une certaine charge électrique; comme cathions, ils reçoivent des charges positives.

Si nous plongeons un métal quelconque dans un électrolyte contenant un de ses sels, il possédera une certaine tension de dissolution en vertu de laquelle il tendra à se dissoudre; en même temps que s'exercera cette tension ou pression de dissolution, agira, dans un sens opposé, la pression osmotique des ions du métal en dissolution, qui tendra à précipiter sur le métal immergé les ions métalliques dissous. Cette pression osmotique augmentera au fur et à mesure que le métal se dissoudra jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre les deux pressions.

Examinons les phénomènes qui se produisent suivant que la tension de dissolution est plus grande ou plus petite que la pression osmotique ou qu'elle lui est égale. Soit P la tension de dissolution, p la tension osmotique.

1° *La tension de dissolution est plus grande que la pression osmotique* ($P > p$). Dans ce cas, le métal se dissout, en enlevant aux ions qui se trouvent en dissolution, par exemple aux ions-hydrogène ou à des ions-métal, les charges qui lui sont nécessaires pour passer à l'état d'ions. Mais si la charge est enlevée à un ion, celui-ci se sépare à l'état de molécule neutre. Abstraction faite des processus secondaires qui peuvent se produire, nous observerons donc, lors de la dissolution des métaux, un dégagement d'hydrogène ou une séparation de métal. Le métal, en se dissolvant, cède au liquide des ions chargés positivement, et comme il était primitivement neutre, il prend une charge négative.

¹ LÖB : *Loc. cit.*, p. 75-88; BORCHERS : *Loc. cit.*, p. 5.

² Les piles dans le fonctionnement desquelles il y a dégagement de gaz ne sont généralement point réversibles.

2° La tension de dissolution est plus petite que la pression osmotique ($P < p$). Dans ces cas, les ions-métal se précipitent sur le métal en lui cédant leur charge positive et les ions qui restent dans le liquide se chargent négativement.

Dans ces deux cas (1° et 2°), il se produit simultanément une pression osmotique et une pression de dissolution qui agissent en sens inverse jusqu'à ce qu'il y ait équilibre ; et alors :

3° La tension de dissolution est égale à la pression osmotique ($P = p$). Dans cet état d'équilibre, le métal plongé a une charge négative ou positive, suivant que la tension de dissolution avant l'état d'équilibre a été plus grande ou plus petite que la pression osmotique ; quant au liquide, il conserve toujours une charge de signe contraire à celle du métal.

Plongeons maintenant dans le même bain que le métal un conducteur métallique inattaquable et relierons-le au premier métal par un fil conducteur, extérieur au liquide ; les charges du premier métal et du liquide se neutraliseront à travers ce conducteur et l'équilibre sera rompu ; le premier métal se dissoudra de nouveau et les ions qu'il enverra dans la solution se déchargeront à travers le conducteur en se précipitant sur le deuxième conducteur et en passant à l'état moléculaire ; le premier métal enverra ainsi indéfiniment des ions en solution. Le métal et la solution auront constamment des charges de signes contraires qui se neutraliseront à travers le conducteur ; c'est-à-dire que le circuit sera le siège d'un courant électrique.

Par le fait de sa charge, le métal a un certain potentiel ; il en est de même du liquide. La différence de ces deux potentiels constitue la véritable source du courant ; c'est la *force électromotrice* de polarisation du générateur. Un tel générateur n'est autre qu'un élément de pile.

Nous avons supposé que, des deux métaux plongeant dans le même bain, un seul était attaquable ; supposons maintenant que les deux métaux soient attaquables par l'électrolyte. Le courant dépend alors de deux différences de potentiel, de celle qui existe entre le premier métal et le bain, et de celle qui existe entre le second métal et le bain ; ce qui revient à dire que le courant dépend de la différence des potentiels des deux métaux. Le courant circule, par définition, du métal ayant le plus haut potentiel à celui qui a le plus bas potentiel.

Il était indispensable d'établir ces phénomènes généraux avant de chercher à établir l'expression des différences de potentiel qui existent entre les électrodes et les électrolytes dans lesquels elles plongent, différences de potentiel qui nous donneront la valeur et la force électromotrice de polarisation.

§ 2. — Différence de potentiel entre un métal et l'électrolyte dans lequel il plonge et qui contient un de ses sels.

Suivant la grandeur de la tension de dissolution par rapport à la pression osmotique, on aura à examiner l'un des trois cas suivants :

$$P > p, \quad P < p \quad \text{ou} \quad P = p.$$

$P > p$: La tension de dissolution P s'exercera jusqu'à ce que, par suite de la dissolution du métal, elle fasse équilibre à la pression osmotique, dans quel cas $P = p$. Le travail nécessaire pour faire passer les ions de la pression P à la pression p est précisément égal au travail électrique que peut fournir le système.

On démontre, en Thermodynamique, qu'une molécule-gramme de gaz qui passe de la pression P à la pression p , à température constante, fournit un travail

$$\bar{e} = RT \log_e \frac{P}{p},$$

R étant la constante des gaz : $R = 8,198$; T étant la température absolue.

Cette formule, relative aux gaz, s'applique également aux ions. Il en résulte que l'on a, pour le travail électrolytique que peut fournir une molécule-gramme du métal immergé :

$$\bar{e} = eQ = RT \log_e \frac{P}{p} \text{ joules.}$$

Or $Q = 96.340 \times n$, n étant la valeur des ions.

En substituant ces valeurs dans l'équation précédente, on a, tous calculs faits :

$$e = \frac{816 \times 18^{-7}}{n} T \log_e \text{ volts.}$$

A la température ordinaire (17°), $T = 273 + 17$; substituons cette valeur dans l'expression précédente et remplaçons les logarithmes naturels par les logarithmes de Briggs, on trouve :

$$e = \frac{0,0515}{n} \log \frac{P}{p} \text{ volts.}$$

$P < p$: L'expression de e reste la même que dans le cas précédent, mais e est négatif ; c'est-à-dire que la différence de potentiel entre le métal et le liquide est négative au lieu d'être positive comme dans le cas précédent.

$P = p$: C'est le cas, par exemple, d'une solution saturée de sulfate de cuivre dans laquelle plongerait une lame de cuivre. Dans ce cas, la formule s'applique également. Elle devient :

$$e = 0.$$

§ 3. — Différence de potentiel entre deux métaux qui sont chacun en contact avec un de leurs sels.

Soient P la tension de dissolution de l'un de ces métaux, p la pression osmotique de ses ions dans

l'électrolyte, n leur valence; soient de même P' , p' , n' , les valeurs correspondantes de l'autre métal. L'expression de e , que nous avons donnée précédemment pour le cas d'un seul métal, peut être appliquée à l'un et à l'autre des métaux du nouveau système; on a ainsi pour la force électromotrice de polarisation :

$$(11) \quad e = \frac{0,0575}{n} \log \frac{P}{p} - \frac{0,0575}{n'} \log \frac{P'}{p'};$$

telle est la formule de Nernst.

Nous ne discuterons pas cette formule; nous indiquerons seulement quelques cas présentant un intérêt particulier dans la pratique.

1° La formule de Nernst, s'appliquant à toutes les piles réversibles, s'applique en particulier à la pile constituée par deux métaux différents, chacun en contact avec un de leurs sels, comme cela se présente dans l'élément Daniell. Celui-ci est constitué, comme on sait, par une lame de zinc plongeant dans du sulfate de zinc non saturé, et par une lame de cuivre plongeant dans du sulfate de cuivre saturé, les deux liquides étant séparés par une paroi poreuse.

Supposons le circuit fermé; le zinc se dissout en envoyant des ions zinc en solution, tandis que les ions cuivre se précipitent sur la lame de cuivre en lui abandonnant leur charge positive. La force électromotrice de polarisation de la pile est donnée par la formule de Nernst.

On a pour la lame de zinc : $P > p$, et pour la lame de cuivre : $P' < p'$.

Voulons-nous nous servir de cette pile comme cuve électrolytique, nous lui enverrons un courant susceptible de fournir aux pôles de cette pile une force électromotrice de polarisation égale à celle qui est donnée par la formule de Nernst, et les ions zinc se reprécipiteront sur le zinc, tandis que les ions cuivre entreront de nouveau en dissolution.

2° Appliquons la formule de Nernst à la pile réversible constituée par deux lames de cuivre plongeant dans deux solutions inégalement concentrées de sulfate de cuivre. On a : $P = P'$, et la formule de Nernst devient :

$$e = \frac{0,0575}{n} \log \frac{p}{p'},$$

ou, si l'on appelle c et c' les concentrations des deux solutions :

$$e = \frac{0,0575}{n} \log \frac{c}{c'}.$$

3° Appliquons encore la formule de Nernst au système composé de deux lames de cuivre plongeant dans une même solution de sulfate de cuivre. On a :

$$P = P'; \quad p = p'; \quad \text{et } e = 0.$$

Une telle pile fournit un courant nul. — A cause de la réversibilité de ce système, la force électromotrice de polarisation, nécessaire au fonctionnement de l'électrolyse de ce système considéré comme cuve électrolytique, est nulle et le travail de l'électrolyse se réduit à $\xi = ir$ (voir p. 412).

Ici, le courant a pour effet de transporter du cuivre d'une des lames à l'autre; il se dissout autant de cuivre à l'anode qu'il s'en précipite à la cathode. Ce cas se présente fréquemment en électro-metallurgie, en particulier dans l'affinage du cuivre électrolytique.

La formule de Nernst comme celle de Thompson a été établie sans qu'on se soit préoccupé des variations de température que peut subir le système par

suite des changements de pression des ions. Ces changements de pression, tout comme ceux des gaz, ne se font pas sans absorption ou formation de chaleur.

La quantité de chaleur à fournir au système pendant sa transformation, pour maintenir sa température constante est la même que celle dont nous avons donné l'expression à propos de la correction à apporter à la formule de Thompson; elle se calcule de la même façon. Le facteur correctif à apporter à la formule de Nernst pour la rendre exacte est le même que celui de la formule de Thomson et s'établit de la même façon.

V. — FORCE ÉLECTROMOTRICE DE POLARISATION ET SÉPARATION DES SELS.

La force électromotrice de polarisation d'un électrolyte varie avec la nature de ses sels.

Étant donné un mélange de plusieurs sels, si l'on élève progressivement la force électromotrice, les sels qui ont la plus petite force électromotrice de polarisation s'électrolysent les premiers, puis successivement les autres, dans l'ordre de leurs forces électromotrices de polarisation.

Si la force électromotrice de polarisation, au lieu de croître progressivement, a une valeur déterminée, ce sont les sels dont la force électromotrice de polarisation est inférieure à cette valeur qui s'électrolysent seuls. On utilise ces faits pour la séparation et le dosage des métaux par voie électrolytique.

L'ordre de séparation des métaux dans un mélange de leurs sels ayant tous le même acide, lorsque l'on fait croître progressivement la tension aux bornes de la cuve, est à peu près le même, quel que soit cet acide, et ne s'écarte guère de la classification suivante : Or, platine, palladium, argent, mercure, cuivre, étain, antimoine, bismuth, arsenic, hydrogène, plomb, nickel, cobalt, fer, thallium, cadmium, zinc, manganèse, aluminium, magnésium.

Les métaux dont les sels ont de faibles forces électromotrices de polarisation sont ceux qui passent facilement de l'état d'ions à l'état moléculaire; tels sont : l'or, le platine, l'argent, le cuivre; au contraire, les métaux qui passent facilement de l'état moléculaire à l'état d'ions tels que le zinc, le nickel, le Fe²⁺, ont des forces électromotrices de polarisation élevées.

L'ordre de séparation des métaux que nous venons de figurer correspond à l'ordre de leurs chaleurs d'oxydation; il en résulte que dans le cas d'une électrolyse où l'anode serait un métal impur et qui contiendrait à l'état d'impuretés une partie des métaux ci-dessus mentionnés, ces derniers entreraient en dissolution dans un ordre

inverse à celui de la liste qui précède. Dans l'affinage du cuivre par exemple, les impuretés de l'anode entrent en dissolution dans le bain dans l'ordre suivant : fer, cobalt, nickel, plomb, arsenic, bismuth, antimoine, cuivre, argent, or.

VI. — COURANT DE POLARISATION.

Soit une cuve électrolytique ayant une force électromotrice suffisante pour assurer l'électrolyse du système; nous supposons que les deux électrodes soient inattaquables par l'électrolyte et que la cathode soit complètement recouverte du métal précipité. Supprimons la source du courant et relierons les électrodes, par deux conducteurs extérieurs, à un galvanomètre, nous constaterons la présence d'un courant opposé au premier; ce courant, dit *courant de polarisation*, est plus faible que le premier; la tension de ce courant est appelée *force électromotrice de polarisation*.

La présence de ce courant secondaire s'explique par ce fait que chaque molécule qui se précipite sur les électrodes possède une certaine tension de dissolution, qui tend à la faire repasser dans l'électrolyte à l'état d'ion. Dès qu'on supprime le courant primaire, cette tension produit son effet et engendre le courant de polarisation.

Soit E la force électromotrice du courant primaire, e celle du courant de polarisation, on a, d'après la loi d'Ohm :

$$I = \frac{E - e}{r}, \quad \text{d'où } E = Ir + e.$$

Le courant primaire ne peut traverser une cuve électrolytique d'une façon durable que si sa force électromotrice est plus grande que la force électromotrice de polarisation.

La force électromotrice de polarisation n'est autre que la force électromotrice qui entre dans le travail électrolytique de polarisation

$$\int_0^t e \, idt.$$

Cette force électromotrice de polarisation peut se mesurer par la méthode suivante, due à M. Le Blanc : on fait varier le courant qui traverse le bain de façon à rendre son intensité toujours plus faible; au moment précis où il devient nul, on a :

$$\frac{E - e}{r} = 0, \quad \text{d'où } E = e.$$

Quand $E = e$, le potentiel que posséderait l'anode et la cathode serait égal, d'après la théorie de M. Le Blanc, à l'intensité d'adhérence de chaque anion et de chaque cation. De là, un moyen pour mesurer ces intensités d'adhérence. La somme de ces deux intensités d'adhérence serait égale à la force électromotrice de polarisation e .

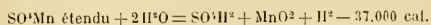
Pour établir entre les électrodes d'une cuve électrolytique quelconque une certaine différence de potentiels, il faut, comme l'ont démontré les expériences de M. Blondot, fournir préalablement à cette cuve une certaine quantité d'électricité, qu'on peut mesurer au galvanomètre balistique, et qui dépend de la capacité électrique du système. Cette capacité a été désignée sous le nom de *capacité de polarisation*.

VII. — INFLUENCE DE LA GRANDEUR DE LA FORCE ÉLECTROMOTRICE DE POLARISATION SUR LES RÉACTIONS DONT UN ÉLECTROLYTE PEUT ÊTRE LE SIÈGE.

M. Berthelot¹ a déterminé les conditions dans lesquelles s'effectue l'électrolyse quand il peut se produire, suivant la tension appliquée aux bornes de la cuve électrolytique, des réactions diverses, que ces réactions soient, comme on dit, d'ordre primaire ou d'ordre secondaire. Il ne s'agit nullement ici, comme le dit M. Berthelot, d'une théorie sur la constitution des électrolytes, mais d'une loi expérimentale indépendante de toute hypothèse.

M. Berthelot a établi que « la décomposition des électrolytes s'opère dès que la plus petite somme des énergies nécessaires, c'est-à-dire prévue d'après les quantités de chaleur, est présente ». La plus petite force électromotrice produit la réaction qui absorbe la plus petite quantité de chaleur possible; les réactions qui en absorbent davantage ne se produisent que pour des forces électromotrices plus considérables. Ainsi, avec 34.000 calories par équivalent, le sulfate ferreux donne : fer, acide sulfurique et oxygène; avec 47.000 calories, il se forme de l'oxyde de fer, de l'acide sulfurique, de l'hydrogène, de l'oxygène, et en outre du fer, comme dans la première réaction.

Avec le sulfate manganéux, la plus faible force électromotrice qui produit un courant permanent (37.000 calories ou 1 volt 60) donne naissance à un dépôt de bioxyde de manganèse à l'anode, et à un dégagement d'hydrogène à la cathode.



Avec 2 volts 997 (60.900 cal.), il se forme de l'acide sulfurique, de l'oxygène et du manganèse, en outre du bioxyde de manganèse, comme dans la première réaction.

Les sels de plomb, d'argent et de bismuth sont également susceptibles de donner des dépôts d'oxydes à l'anode, quand on emploie des électrodes insolubles.

A. Hollard,

Ingenieur-chimiste,
Chef du Laboratoire central
de la Compagnie française des Métaux.

¹ BERTHELOT: *Journal de Physique*, 2^e série, t. 1, p. 5 (1882).

REVUE ANNUELLE DE PHYSIQUE

Si, désireux de mettre quelque unité dans la composition des tableaux que l'on trace ici des progrès accomplis annuellement en Physique, on voulait s'astreindre à suivre un ordre constant, respecter, par exemple, les anciennes classifications, demeurer dans les cadres que l'on retrouve, un peu démodés dans les traités classiques, plus détraîchis encore dans nos trop immuables programmes universitaires, on se buterait à des obstacles de plus en plus nombreux, de plus en plus difficiles à surmonter.

Les sujets qui attirent aujourd'hui la plupart des chercheurs sont précisément ceux qui empiètent sur divers chapitres. Ces belles routes droites tracées par nos grands Maîtres, élargies, aplanies par l'œuvre de tant de travailleurs, mais que l'on pensait ne jamais devoir se rencontrer, sont maintenant réunies par une foule de petits sentiers qui sillonnent de toutes parts le champ de la Physique. Ce n'est point seulement parce qu'ils parcourent des régions encore mal explorées, où les découvertes sont plus abondantes et plus faciles, que ces chemins de traverse sont si fréquentés, mais encore parce qu'un espoir supérieur guide les physiciens qui s'engagent dans ces voies nouvelles.

Ramener tous les résultats acquis à un principe unique, tel a toujours paru être le but suprême de toute science; et l'étude des relations qui existent entre des phénomènes en apparence d'ordre divers semble devoir conduire directement à ce but.

Peut-être l'homme ne saura-t-il jamais atteindre une telle synthèse, aussi bien il se pourrait même qu'elle n'existât pas dans la réalité objective; mais, un peu oublieux de la prudence qui commanderait de l'attendre en tout cas comme une conclusion, nous ne voulons point volontiers renoncer à l'espoir de la deviner et de la pressentir.

De là le succès des hypothèses générales; et tout en faisant les réserves les plus expresses sur la légitimité du procédé, nous devons cependant reconnaître qu'à défaut d'une satisfaction d'esprit complète, nous trouvons dans une théorie, même fort contestable en principe, un moyen fort commode de grouper un très grand nombre de faits. Ainsi la théorie de l'ionisation a-t-elle eu, cette année encore, le mérite de relier plusieurs phénomènes récemment découverts; et c'est autour d'elle qu'il nous sera facile de rassembler des travaux, dont le classement paraîtrait, sans son aide, bien difficile à établir.

I. — THÉORIE DE L'IONISATION.

En France, particulièrement, la théorie de l'ionisation, que l'on peut cependant rattacher aux phénomènes de dissociation découverts par Deville, mal comprise par quelques-uns, paraissant quelque peu singulière, en tout cas inutile, à d'autres, n'a pendant longtemps, il faut l'avouer, rencontré qu'une très médiocre faveur. Aujourd'hui, les choses ont bien changé: ceux-là mêmes qui la méconnaissaient ont peut-être été le plus frappés de la façon curieuse dont elle s'adapte à l'interprétation des expériences les plus récentes sur des sujets très divers; une réaction très naturelle s'est produite, je dirais presque qu'une question de mode a porté à quelques exagérations.

Si, d'ailleurs, cette théorie a reçu cette année quelques confirmations directes, on ne doit pas oublier qu'elle a été en revanche l'objet de critiques assez sérieuses.

Ainsi, les belles expériences de M. Villari établissent bien qu'un courant d'air ou d'oxygène ionisé perd la propriété de décharger l'électroscope, quand il a traversé un ozoniseur; mais le même auteur, étudiant les actions de l'électricité sur la propriété de décharge de l'air traversé par les rayons de Röntgen, croit pouvoir conclure que, si l'hypothèse des charges opposées des différentes molécules des gaz röntgénisés peut être introduite pour faciliter l'intelligence des phénomènes, il est en tout cas inutile, et probablement inexact, de parler d'ionisation dans le sens de dissociation.

De même, si M. Rutherford explique et calcule, dans la théorie des ions, la rapidité de recombinaison des ions dans les gaz soumis aux rayons Röntgen, MM. E. Wiedemann et G. Schmidt trouvent, en étudiant la conductibilité des gaz, des résultats qui s'accordent mal avec la théorie. Ils démontrent, en effet, que le phénomène qui se produit dans le passage de l'électricité à travers un gaz n'est pas régi par la loi de Faraday, et qu'en tout cas les décharges à travers les vapeurs métalliques mono-atomiques présentent les mêmes caractères qu'à travers les autres gaz raréfiés.

La théorie de l'ionisation appliquée aux dissolutions ne semble pas non plus avoir reçu dans ces derniers temps des confirmations bien éclatantes; des recherches de M. Wade sur les tensions de vapeur des solutions conduisent à des résultats nettement en désaccord avec la théorie d'Arrhénius, et M. Traub croit devoir abandonner complètement l'idée de la dissociation électrolytique à la

suite de ses dernières recherches sur la pression osmotique.

On doit toutefois considérer comme un résultat, et certes comme un résultat important, à l'actif de la théorie, la découverte de M. Zeeman, qui reste peut-être l'événement le plus marquant de ces derniers temps et qui a été inspirée à l'auteur par la théorie des ions.

II. — PHÉNOMÈNE DE ZEEMAN.

Les lecteurs de la *Revue* savent que la belle découverte de M. Zeeman remonte à la fin de l'année 1896; le jeune physicien hollandais a expliqué¹ comment les idées de Lorentz sur le mécanisme de l'émission l'avaient conduit à rechercher l'existence d'une modification dans l'aspect des raies D, telles que les fournit un réseau de Rowland, quand on place la source lumineuse dans un champ magnétique, et dans notre revue de l'an dernier² nous avons signalé toute l'importance d'un phénomène où se manifestait, pour la première fois, un changement de période des vibrations lumineuses.

Les physiciens les plus qualifiés pour répéter et contrôler ces délicates expériences d'Optique ont procédé à des expériences qui ont permis de préciser et de compléter les résultats obtenus par M. Zeeman. On n'a certes pas oublié le remarquable article dans lequel M. Broca³ a exposé l'historique de la découverte, les conséquences générales qu'elle entraînait et relaté les expériences effectuées de divers côtés.

Au moment où parut cet article, M. Cornu d'un côté, M. W. König de l'autre, avaient étudié le phénomène au moyen d'analyseurs bi-réfringents convenables, et M. Cornu était parvenu à résumer les faits qu'il avait observés dans un énoncé très simple, et à en donner une interprétation cinématique fort remarquable. Ces faits avaient suggéré à M. Becquerel des réflexions fort intéressantes; il calculait, d'une part, la période du mouvement tourbillonnaire du champ magnétique, en admettant qu'il s'ajoute algébriquement à la vibration naturelle dans le phénomène de Zeeman; d'autre part, remarquant que la polarisation rotatoire magnétique correspond à une variation dans la vitesse de propagation de la lumière polarisée circulairement, il cherchait quelle serait la vitesse de rotation d'un mouvement tourbillonnaire de l'éther lumineux. Ces deux théories le conduisaient à des nombres presque identiques. Des expériences personnelles de M. Broca établissaient définitive-

ment que, si l'action du champ magnétique sur les sources lumineuses où les ondes sont, comme dit M. Cornu, à l'état naissant, s'exerce sur la période vibratoire, les ondes elles-mêmes ne peuvent plus être altérées dans leur période, même dans le cas d'absorption. M. Michelson était arrivé à préciser, de son côté, les différentes circonstances du phénomène en l'étudiant au moyen du réfractomètre interférentiel; enfin, M. Cotton avait imaginé une méthode des plus ingénieuses pour reproduire le phénomène de Zeeman: il lui suffisait d'observer la flamme placée dans le champ magnétique à travers une autre flamme de sodium convenablement réglée.

Depuis lors, quelques résultats nouveaux et importants ont été acquis. M. Cotton a perfectionné sa méthode et est parvenu à effectuer d'excellentes mesures. MM. Egoroff et Georgiewsky, MM. Lodge et Davis ont signalé quelques particularités intéressantes. M. Cornu, complétant ses expériences, a trouvé que si, comme il l'avait annoncé tout d'abord, le faisceau de lumière naturelle se dédouble bien en deux faisceaux circulaires dans le sens des lignes de force, l'action sur la période vibratoire dépend non seulement de la nature chimique de la source, mais bien encore de la nature du groupe des raies auxquelles appartient chaque radiation et du rôle qu'elle joue; on ne peut donc pas exprimer, comme le voudrait la théorie de M. Becquerel, la grandeur du dédoublement par une simple fonction de la longueur d'onde. Sous l'influence du champ, dans une direction normale aux lignes de force, une raie unique devient quadruple; les deux extrêmes polarisées parallèlement aux lignes de force, les intermédiaires perpendiculairement à cette direction; le quadruplet ainsi formé est symétrique par rapport à la raie primitive et l'écart des deux raies de même polarisation est sensiblement proportionnel à l'intensité du champ.

Récemment enfin, MM. Becquerel et Deslandres, en employant un spectroscopie photographique à réseau plan de Rowland, qui reçoit les radiations dans une direction perpendiculaire au champ, ont rencontré un mode de division qui ne rentre pas dans les catégories précédemment énumérées: une raie peut se diviser de manière que les composantes polarisées perpendiculairement au champ comprennent le groupe polarisé parallèlement. Ces remarques ne font qu'augmenter l'importance de la découverte de Zeeman; on voit, en effet, que l'influence magnétique permet de mettre en évidence des différences encore inconnues entre les raies d'un même spectre.

Au point de vue de l'interprétation théorique, toutes ces expériences ne doivent certainement pas être considérées comme une confirmation absolue

¹ Voir *Revue gén. des Sciences*, 1897, p. 298.

² *Ibid.* 1897, p. 413.

³ *Ibid.* 1897, p. 935.

des idées de M. Lorentz, déduites de la théorie des ions. M. Cornu fait justement observer que l'interprétation cinématique qu'il a donnée se rapproche beaucoup de certaines théories tourbillonnaires; le changement de période des vibrations parallèles aux lignes de force est d'ailleurs contraire à la théorie primitive de Lorentz.

Nous devons cependant reconnaître que des calculs de M. Larmor sur la radiation produite par des ions mobiles s'appliqueraient aux résultats de Zeeman, et, d'autre part, M. Lorentz, avant les dernières recherches de M. Cornu, a esquissé une théorie plus générale que la première qu'il avait donnée; il considère les particules lumineuses comme des systèmes déformables plus complexes qu'un ion isolé, et cette théorie permet de prévoir plusieurs raies spectrales qui pourraient subir, sous l'influence du champ, des changements très variés ou même qui pourraient ne pas être modifiées du tout.

M. Broca a eu l'idée d'un rapprochement extrêmement curieux entre le phénomène de Zeeman et certains phénomènes qui se produisent dans les décharges électriques. La théorie de Lorentz suppose qu'il existe, dans la flamme, des ions animés d'un mouvement vibratoire; ces ions sont chargés d'électricité, car la théorie électromagnétique exige que les particules vibrantes des sources lumineuses produisent un champ oscillant. D'autre part, les idées de Crookes, généralement admises aujourd'hui, nous conduisent à considérer les rayons cathodiques comme constitués par des ions en mouvement. M. Broca remarque que, dans cette manière de voir, un tube de Crookes n'est autre chose qu'une source lumineuse, où les mouvements, limités par l'élasticité du milieu aux pressions ordinaires, sont remplacés par des trajectoires linéaires, c'est-à-dire, en quelque sorte, une source lumineuse sans réaction élastique.

On doit, par suite, pouvoir mettre en évidence dans un tube de Crookes, placé dans un champ magnétique, un phénomène analogue au phénomène de Zeeman, c'est-à-dire une séparation des rayons cathodiques en deux faisceaux distincts que la fluorescence permettra d'apercevoir. Sans doute, si l'énergie employée était suffisante pour rendre la réaction élastique du milieu négligeable par rapport à la force vive des molécules, on produirait, même aux pressions croissantes, des phénomènes analogues, dans un arc par exemple. Ainsi peuvent être interprétées des expériences de Birkeland et aussi des photographies prises par Pretch, où l'on voit, comme M. H. Poincaré l'a déduit de la théorie de l'ionisation, qu'une molécule radiante se meut dans un champ non uniforme sur un cône de révolution. M. Broca montre bien qu'il peut y avoir

dans un champ des rayons de deux sortes, les premiers s'enroulant autour du champ, les seconds, qui apparaissent subitement pour une certaine valeur, commençant par s'enrouler autour de la ligne de force suivant une hélice tracée sur un cylindre très mince et à pas très allongé, s'allongeant enfin jusqu'à suivre seulement la ligne de force.

III. — DÉCHARGES ÉLECTRIQUES DANS LES GAZ. RAYONS CATHODIQUES.

Le travail de M. Broca fournit une transition inattendue entre le phénomène de Zeeman et les fructueuses études que ces dernières années ont vues naître sur les décharges électriques dans les gaz.

Au sujet de cette même action du champ magnétique sur les décharges lumineuses, divers auteurs ont établi, dans le cas des tubes à vide, des résultats intéressants. Ainsi M. Melani montre que la décharge est facilitée quand les lignes de force sont parallèles à la direction du courant et dans le même sens, retardée dans tous les autres cas, cette action retardatrice devenant plus grande quand les lignes de force sont perpendiculaires à la direction du courant. M. Majorana croit trouver, dans l'action de l'aimant sur les rayons cathodiques, une preuve de l'existence de plusieurs rayons doués de vitesses de propagation différentes. Un aimant faible dévie le groupe dont les vitesses sont les plus faibles, ce qui expliquerait certaines particularités des expériences de Birkeland. M. Kaufmann étudie les relations qui existent entre la déviation magnétique et le potentiel explosif; il montre que la déviation dépend d'un grand nombre de circonstances : degré du vide, nature du gaz, etc., mais que ces circonstances n'interviennent que par le changement qu'elles introduisent dans la différence de potentiel entre les électrodes et qu'à une différence de potentiel donné correspond une déviation déterminée, proportionnelle à la racine carrée de cette différence de potentiel. Cette loi est, d'ailleurs, d'accord avec la théorie de l'émission.

Le même auteur, en collaboration avec M. Aschkinass, a également étudié la déviation que subit un rayon cathodique, lorsqu'il passe dans un champ électrique perpendiculaire à sa direction et, là encore, les résultats de l'expérience semblent apporter une confirmation à la théorie de l'émission. MM. Wiedemann et Schmidt trouvent, au contraire, que la répulsion électrostatique des rayons n'est due qu'à une modification dans le champ, modifiant elle-même le point d'émission; les mêmes auteurs expliquent d'ailleurs les aspects pris par les faisceaux de rayons, en disant que les oscillations électriques très rapides dans un gaz raréfié se dis-

tribuent comme dans un conducteur, c'est-à-dire à la surface.

D'autres propriétés intéressantes des rayons cathodiques ont été mises en évidence par les recherches de divers savants : c'est ainsi que M. Swinton, après avoir étudié avec beaucoup de soin les différentes circonstances de production des rayons, a montré qu'au point de rencontre de deux faisceaux cathodiques il ne se produit pas de rayons X ; c'est ainsi encore que M. Mac Cleland a établi que la fraction du courant de décharge transportée par les rayons cathodiques est considérable aux vides élevés. Le même physicien, étudiant les rayons de Lenard, c'est-à-dire ceux qui se produisent derrière une feuille d'or ou d'aluminium qui reçoit des rayons cathodiques, a démontré que ces rayons transportent une charge négative.

Diverses expériences ont donné lieu à des discussions intéressantes : M. Villari a découvert une sorte de réflexion et de réfraction des rayons cathodiques ; M. Deslandres, une dispersion qui rappelle celle que subissent les rayons lumineux dans leur passage à travers un prisme. Enfin, M. Jaumann a cru mettre en évidence un phénomène dont l'importance théorique serait capitale. Il a observé une interférence entre des rayons cathodiques, émanant de deux cathodes suffisamment rapprochées ; mais il convient de dire que MM. Wiedemann et Schmidt ont contesté l'interprétation de cette expérience. Signalons encore un travail de M. Abegg sur l'action chimique des rayons cathodiques ; l'auteur prouve que cette action n'est pas identique à celle de la lumière : c'est ainsi que les rayons cathodiques modifient les chlorures alcalins, tandis que les rayons lumineux n'ont aucune action sur ces mêmes chlorures.

Mais les travaux qui attirent le plus l'attention sont ceux dont on peut espérer tirer quelque conclusion relativement à la nature même des rayons cathodiques. A ce titre, un mémoire de J.-J. Thomson paraîtra particulièrement intéressant. Le savant physicien, résumant toutes les propriétés connues des rayons cathodiques, — transport d'électricité négative, déviation par un champ électrostatique, conductibilité des gaz traversés par les rayons, déviation accompagnée d'une dispersion par un champ magnétique, — se croit autorisé à conclure que les rayons cathodiques sont bien la trajectoire de petits corpuscules matériels chargés d'électricité négative. Il peut calculer la vitesse de ces corpuscules et le rapport de leur masse à la quantité d'électricité transportée ; il trouve ainsi des valeurs indépendantes de la nature du gaz et un rapport plus petit que celui auquel conduisent les phénomènes d'électrolyse, mais identique pour tous les

gaz : ce qui amène à penser que les corps simples apparaissent, dans ces expériences, comme formés d'un grand nombre de petits corpuscules d'une seule et unique matière inconnue. Les rayons cathodiques nous présenteraient la matière sous ce nouvel état, dans lequel elle est bien plus divisée que dans les gaz, et dans lequel elle est la même, quelle que soit son origine.

Quoi qu'il advienne de cette conception, dont la confirmation aurait une importance évidemment considérable, il reste acquis que les rayons cathodiques semblent avoir des propriétés indépendantes de la nature du gaz introduit dans le tube de Crookes ; de ce fait si remarquable, M. Villard donne, à la suite d'expériences extrêmement intéressantes, une explication plus simple et très plausible. Il remarque que le verre, à l'endroit où il est frappé par le rayonnement cathodique, brunit, en général, et que ce changement est dû à une réduction du silicate de plomb ; pareillement, un verre cuivrique serait réduit. De ces observations ne peut-on conclure que les rayons cathodiques sont toujours et uniquement formés par de l'hydrogène provenant généralement de la vapeur d'eau qui reste dans les tubes ? Ce n'est pas le seul résultat auquel soit arrivé M. Villard ; il a effectué les expériences les plus soignées et les plus ingénieuses pour élucider le mécanisme de la production et les principales propriétés des rayons cathodiques. C'est ainsi qu'il a mis en évidence l'existence d'un afflux de gaz chargé positivement, parlant des différentes parties du tube et arrivant à la cathode, où il s'arrête avec production de chaleur ; si la cathode est formée d'une toile métallique, l'espace situé derrière elle étant protégé électriquement, un faisceau de rayons prolonge alors derrière la cathode l'afflux positif ; ce faisceau est identique aux rayons découverts par Goldstein. Signalons enfin un travail tout récent de M. Villena, où l'auteur démontre, par une élégante expérience, les phénomènes de fatigue des écrans fluorescents sous l'influence des rayons de Röntgen.

Nous ne voudrions point terminer l'exposé des recherches sur les décharges électriques dans les gaz sans signaler un beau travail de M. Swynge-dauw sur les potentiels explosifs ; l'auteur montre que le potentiel explosif d'un excitateur, le potentiel pour lequel on observe une étincelle entre les deux pôles, peut n'être pas le même suivant que l'excitateur est chargé par une méthode statique, c'est-à-dire à l'aide d'une machine électrostatique de faible débit, munie de condensateurs, ou bien par une méthode dynamique, c'est-à-dire par la mise en communication des pôles avec deux points d'un fil parcouru par une décharge. En opérant avec certaines précautions, la distance critique

peut toutefois se déterminer avec précision. M. Swyngedauw conclut de ses expériences que, lorsqu'on se met à l'abri des radiations ultra-violettes, le potentiel explosif n'est pas diminué par les variations rapides du potentiel, qu'il est fonction uniquement de la valeur de la différence de potentiel et non de la variation de cette différence en fonction du temps. Ces résultats ne sont point en accord avec ceux que l'on déduit d'une théorie et d'une série d'expériences, remarquables d'ailleurs, de M. Jaumann; sans doute, quelques points sont encore à élucider.

M. Swyngedauw a aussi obtenu de fort intéressants résultats sur l'action de la lumière ultra-violette et sur l'action des rayons X sur la décharge. M. Warburg conclut d'expériences sur le même sujet que le retard de décharge est diminué par l'action de la lumière ultra-violette, en entendant par retard de décharge le temps qui s'écoule entre le moment de la décharge et le moment où un corps a été chargé à un certain potentiel. Il admet, d'ailleurs, que l'air passe de l'état d'isolant parfait à celui de conducteur par un processus dans lequel, sous l'action de la force électrique, il se produirait d'abord un courant électrique non lumineux, d'intensité croissante, qui se convertirait finalement en la décharge proprement dite.

IV. — RAYONS DE RÖNTGEN, ETC.

Peut-être un jour viendra où la ligne de démarcation, que nous traçons ici pour mettre un peu d'ordre dans des travaux si multiples, ne se pourrait-elle plus justifier par aucune raison scientifique : les rayons X n'apparaissent peut-être plus comme essentiellement distincts des précédents. Telle semble, du moins, la pensée de celui dont l'autorité doit, en ces questions, prévaloir par-dessus toutes.

M. Röntgen, qui pendant longtemps avait assisté silencieusement à l'extraordinaire mouvement scientifique auquel son premier mémoire avait donné naissance, a publié les résultats de ses nouvelles recherches; tout d'abord, avec cette sûreté de vue qui lui est propre, il a indiqué d'une façon nette quelles étaient les principales propriétés des rayons, désormais acquises, propriétés qu'il avait, d'ailleurs, presque toutes signalées dès le principe et que les travaux de tant de savants étaient depuis venus préciser très souvent, mais embrouiller parfois un peu, il faut bien l'avouer. M. Röntgen a fait en même temps connaître un phénomène nouveau : il a montré que l'air, traversé par les rayons X, émet lui-même des rayons susceptibles d'exciter la fluorescence. Il compare plus volontiers ce phénomène à une fluorescence qu'à une simple diffusion. Un autre fait désormais acquis est qu'il y a certaine-

ment diverses espèces de rayons X. M. Röntgen établit, en effet, que les rayons émanant de différents tubes ne sont pas également absorbés par un même corps. La composition des rayons dépend essentiellement du courant de décharge; l'interposition d'une distance explosive ou l'intercalation d'un transformateur Tesla donne au tube des propriétés correspondant à un vide plus élevé. Il est aussi à remarquer que des radiations qui excitent la fluorescence avec la même intensité, peuvent exercer des influences photographiques différentes. Comparant les rayons X aux rayons cathodiques, M. Röntgen ne considère point les différences comme essentielles; il pense qu'il existe probablement des rayons X, pour lesquels les métaux offrent une opacité encore plus grande qu'aux rayons émis par les tubes les plus doux que nous sachions utiliser et qui se rapprocheraient par là de plus en plus des rayons cathodiques. Signalons enfin que M. Röntgen a vérifié le fait annoncé par M. Brandès que les rayons X peuvent impressionner la rétine.

Parmi les multiples travaux relatifs aux diverses actions exercées par les rayons X, les phénomènes d'absorption ont donné lieu à d'intéressants travaux. M. Humphreys a établi que l'absorption semblait plutôt dépendre de la nature des atomes que du groupement des atomes dans la molécule. M. S.-P. Thompson a remarqué que ce sont surtout les corps à poids atomique élevé qui absorbent les rayons X. J.-J. Thomson et Rutherford ont trouvé, pour l'absorption des rayons X dans les gaz, des résultats semblables à ceux auxquels est parvenu antérieurement M. Benoit; toutefois, la proportionnalité à la densité n'est pas générale.

Si les diverses propriétés des rayons X commencent à être isolément assez bien connues, il ne semble pas, en revanche, que le moment soit proche où l'on pourra saisir le lien qui les réunit et comprendre exactement le mécanisme de la production des rayons eux-mêmes.

Les rayons cathodiques s'expliquant assez bien, comme nous l'avons vu, dans la théorie de l'émission, le rapprochement signalé par Röntgen nous devrait entraîner, pour les rayons X eux aussi, à une théorie cinétique. Les expériences les plus récentes paraissent peu d'accord avec cette manière de voir. MM. Threlfall et Pollock, par exemple, concluent d'intéressantes expériences que la projection d'une matière gazeuse ne saurait expliquer les propriétés des rayons.

Aussi les théories qui conduisent à voir, dans les rayons X, un phénomène produit dans l'éther lumineux conservent-elles une grande faveur. Mais quel serait ce phénomène? Ici les opinions restent très partagées. Un grand nombre de physiciens, conservant jusqu'au bout l'hypothèse la

plus simple, continuent à considérer les rayons comme des vibrations ordinaires de très courte longueur d'onde. Quelques expériences paraissent, en effet, établir que les relations entre ces rayons et les rayons de lumière sont plus étroites peut-être qu'on ne le supposait. Lord Blythwood croit avoir observé une réflexion régulière des rayons Röntgen, et, si M. Tiddens, répétant des expériences de M. Fömm, a montré que les phénomènes de diffraction signalés par ce physicien n'obéissent pas aux lois de la diffraction ordinaire de la lumière, M. Wind a prouvé que les phénomènes de diffraction lumineuse subissent, lorsqu'on se sert d'une fente d'une certaine largeur, des modifications qui les rendent semblables à ceux qui ont été observés pour les rayons X. Lord Kelvin n'est pas éloigné de penser que les rayons pourraient être attribuables à la production d'ondes longitudinales; Stokes, enfin, estime que les rayons pourraient être attribués à une succession d'ondulations simples, ne possédant par suite aucune des propriétés dues à la périodicité.

Peut-être donc est-il prudent de réserver son opinion; on pourrait penser que toute recherche sur le mécanisme intime du phénomène est actuellement vaine et stérile. Il ne faut point chercher à construire une théorie complète des phénomènes dont on ne connaît sans doute pas encore tous les aspects, et plus sages, sans doute, sont ceux qui, sans se préoccuper pour le moment des causes, cherchent avant tout des effets nouveaux; ils seront peut-être par surcroît amenés un jour à trouver ces causes elles-mêmes.

Parmi ceux-là, il faut réserver une place toute particulière à M. Sagnac¹, dont les travaux ont été des plus remarquables cette année. M. Sagnac a étudié avec le plus grand soin le rayonnement qui sort des métaux quand ils sont frappés par les rayons X, soit du côté de la surface frappée, soit du côté de la seconde surface terminale. Il a été ainsi conduit à une découverte remarquable : les métaux émettent des rayons secondaires S rectilignes, incapables de se réfléchir et de se réfracter, et qui, frappant un nouveau métal, donnent eux-mêmes naissance à des rayons tertiaires. Le rôle des métaux frappés ne se réduit pas à une absorption ou à une diffusion; le phénomène est plutôt comparable à la fluorescence, car les propriétés des rayons sont nettement modifiées, au point de vue de l'absorption par exemple.

M. Sagnac a examiné l'influence du phénomène qu'il avait découvert sur la décharge des corps électrisés par les rayons X; il a réalisé, par exemple, l'expérience suivante : une lame d'aluminium con-

stitue une partie d'une surface conductrice fermée; elle est frappée par les rayons X; si l'on met derrière la lame d'aluminium, en dehors du champ électrique, une lame de zinc, on voit la vitesse de la décharge d'un électroscope croître d'une façon considérable. Ainsi, l'effet du zinc ne peut être dû uniquement aux gaz qui existent à sa surface. Les expériences de M. Sagnac montrent aussi comment les expériences sur l'absorption ont pu être entachées d'erreur; il résulte, par exemple, de sa découverte, que la transparence apparente d'un système formé par plusieurs métaux successifs peut dépendre de l'ordre dans lequel les feuilles métalliques seraient disposées. Des méthodes bolométriques, employées comme l'a proposé M. Dorn, donneraient seules des résultats corrects. Enfin, M. Sagnac a montré que, comme l'avait vu Röntgen, l'air est lui-même un centre d'émission secondaire.

Peut-être les rayons découverts par M. Sagnac nous fourniront-ils l'explication des rayons uraniques de M. Becquerel; c'est du moins ce que pense M^{me} Skłodowska Curie; il résulte, en effet, de ses expériences, ainsi que des recherches de M. Schmidt, que tous les corps à poids atomiques élevés émettent des rayons analogues à ceux découverts par M. Becquerel : le phénomène est particulièrement net dans le thorium et ses composés. On pourrait peut-être supposer que l'espace est sillonné par des rayons X plus pénétrants et absorbés par des corps à poids atomiques élevés, puisque M. S.-P. Thompson a remarqué que ce sont les corps de poids atomiques élevés qui absorbent le mieux les rayons X.

V. — PHÉNOMÈNES DE FLOUORESCENCE.

Les phénomènes de fluorescence, rattachés d'une façon si intéressante aux phénomènes des décharges électriques, continuent aussi à être étudiés en eux-mêmes.

M. Richard Meyer a publié un travail, d'où il semble bien résulter que, conformément aux idées d'un grand nombre de physiciens, la fluorescence est due à la présence de certains groupes d'atomes, les fluorophores, dans la molécule chimique; elle est modifiée par la nature et la place des groupes substitués; l'isomérisie, en particulier, exerce une influence caractéristique, celle du dissolvant est plus complexe et l'ionisation paraît jouer un certain rôle. Les lecteurs de la *Revue*, qui ont lu plusieurs notes publiées sur ces sujets dans ce recueil, n'ignorent point que ces idées ne sont que le développement d'une conception de M. Lecoq de Boisbaudran et la confirmation des expériences d'Edmond Becquerel, des travaux de van't Hoff, de E. Wiedemann et de ses élèves.

¹ *Revue gén. des Sciences*, 1898. p. 314.

M. Sohneke montre, par des expériences concluantes, que la lumière émise par un solide mono-réfringent fluorescent n'est pas polarisée, tandis que celle qu'émet un corps bi-réfringent l'est toujours, au moins partiellement. Ce phénomène, déjà signalé par Maskelyne et Grailich, ne paraît pas lié au dichroïsme; il s'interprète bien dans la théorie de la fluorescence que nous venons de rappeler. M. Sohneke pense que, dans un cristal, les vibrations des particules qui produisent la fluorescence obéissent aux conditions de symétrie de l'édifice cristallin et s'effectuent suivant des directions privilégiées. M. Schmidt, qui a fait des expériences du même genre, ne croit pas que la règle de M. Sohneke soit sans exception; il établit, d'ailleurs, un autre fait remarquable : la lumière, émise par des corps phosphorescents après suppression de la lumière excitatrice, est polarisée lorsque la lumière fluorescente l'était elle-même.

D'autres questions, très importantes au point de vue théorique, se posent à propos des phénomènes de fluorescence. Ces phénomènes sont-ils en accord avec la loi de Kirchhoff? obéissent-ils au principe de Clausius? M. Wesendonck cherche à prouver que, malgré les expériences de E. Wiedemann, le postulat de Clausius est ici applicable; quant à la loi de Kirchhoff, M. Guillaume a fait remarquer, avec beaucoup de finesse, qu'elle devait être modifiée pour être en accord avec l'expérience de M. John Burke, qui semble prouver qu'un corps fluorescent devient plus absorbant pour la lumière qu'il émet quand il est lumineux que lorsqu'il est soustrait à toute excitation. Les expériences de M. Cotton sur le phénomène de Zeemann ont conduit ce physicien à penser, comme M. König d'autre part, qu'il est nécessaire d'introduire dans l'énoncé du principe de Kirchhoff l'indication de la direction ou du sens des vibrations.

VI. — TRAVAUX D'OPTIQUE.

Si de nombreux chercheurs ont exploré ces régions, mal délimitées encore, où se produisent tant d'actions curieuses de la lumière, beaucoup de physiciens également ont accompli, dans le domaine plus paisible de l'Optique pure, de bonne et utile besogne.

C'est particulièrement dans l'application des procédés optiques les plus délicats à des mesures diverses que d'intéressants résultats ont été obtenus.

M. Wadsworth a réussi à mesurer des déviations angulaires au moyen de franges d'interférence. Son procédé permettra d'apporter dans une foule de mesures une précision que l'on ne savait point encore atteindre; pour obtenir la stabilité nécessaire à de telles expériences, il faut faire reposer

les appareils sur un flotteur, contenu dans un bain de mercure tel que les parois extérieures soient extrêmement voisines du flotteur. Dans un ordre d'idées analogue, M. René Benoit a publié un très beau travail sur l'application des phénomènes d'interférence à des déterminations métrologiques, et M. P. Chappuis a pu, en combinant le procédé de M. Michelson avec le procédé Fizeau, arriver à déterminer, directement, par les longueurs d'onde et sans faire intervenir aucun étalon métrique, les dimensions de pièces cubiques en verre. Ce sont encore les méthodes interférentielles qui ont permis à M. Daniel Berthelot d'employer un procédé remarquable pour mesurer les températures. La méthode, qui est fondée uniquement sur la variation de la réfraction des gaz avec la température, présente des avantages théoriques incontestables : l'auteur a combiné un appareil particulièrement simple qu'il a utilisé pour déterminer avec exactitude les points de fusion et d'ébullition très élevés de divers corps. Citons, enfin, l'étude que MM. Perot et Fabry ont faite des systèmes de franges de superposition, observées lorsque la lumière traverse successivement deux lames argentées, et qui a conduit les auteurs à une méthode rapide de mesure des petites épaisseurs par comparaison avec l'épaisseur d'une lame prismatique. Cette méthode est particulièrement commode parce qu'elle dispense de déterminer le numéro d'ordre d'une frange. Nous avons déjà signalé l'électromètre absolu que les deux ingénieux physiciens ont construit d'après ce principe : ils ont particulièrement appliqué cet électromètre à la mesure des forces électromotrices, des piles-étalon.

MM. Perot et Fabry ont aussi fait l'étude de quelques radiations, par une méthode de spectroscopie interférentielle, et obtenu ainsi quelques résultats qui viennent se joindre à d'autres également fort intéressants, obtenus cette année dans la même voie par divers auteurs, M. Hamy, par exemple, qui a étudié avec profit le spectre du cadmium dans un tube à vide. Mais c'est surtout l'étude du spectre de l'hélium qui a occupé un certain nombre de physiciens. MM. Runge et Paschen ayant annoncé que l'étude de son spectre donnait à penser qu'il existe dans ce gaz deux éléments, l'un donnant les lignes dans le jaune, l'autre dans le vert, on a cherché de divers côtés et par divers procédés à vérifier cette hypothèse. M. Travers croit établir que l'hélium est unique, car il est absorbé entièrement par le platine, et il pense que la couleur du spectre dépend simplement de la pression. MM. Ramsay et Collie, s'appuyant sur des phénomènes de diffusion, sont amenés à penser que l'hélium est peut-être un gaz simple, mais émettent l'idée un peu révolutionnaire que toutes

les molécules d'un gaz simple n'ont peut-être pas la même masse.

C'est aussi à l'étude des radiations que se rattachent les belles recherches de M. Paschen, qui s'est proposé d'étendre et de préciser les mesures de Langley et de déterminer la fonction qui représente l'énergie rayonnée par un corps à une température donnée sous la forme de radiations de longueur d'onde déterminée. Les expériences de M. Paschen nous ramèneraient peut-être à la théorie des ions : les résultats sont, en effet, d'accord avec un calcul de Wien qui se rattache un peu au même ordre d'idées. Pour un corps noir, l'énergie totale rayonnée varie suivant la loi de Stephan, proportionnellement à la quatrième puissance de la température absolue. Signalons encore les recherches de haute précision de M. Carvalho sur la dispersion infra-rouge du quartz et du spath d'Islande. Les résultats relatifs au quartz concordent admirablement avec les valeurs que l'on peut déduire du travail classique de M. Macé de Lépinay sur la double réfraction du quartz.

Pour terminer ce court exposé des travaux d'Optique, il nous faut encore signaler les recherches de M. Kurlbaum, qui mesure le flux calorifique qui s'établit lorsqu'on met en présence deux corps dont les températures diffèrent très peu. Disons enfin que MM. Rubens et Nichols ont continué leurs recherches sur les radiations de grandes longueurs d'ondes, dont nous avons, l'an dernier, signalé l'originalité et l'importance.

VII. — RECHERCHES SUR L'ÉLECTRICITÉ ET LE MAGNÉTISME.

Les expériences de MM. Nichols et Rubens et celles de MM. Snow et Rubens sur les phénomènes qui se produisent avec des radiations dont la longueur d'onde atteint $0^{\text{mm}},02$ nous amènent dans des régions qui ne sont pas très éloignées de celles que l'on explore d'autre part en étudiant les ondulations électriques.

M. Righi, résumant toutes les propriétés connues des oscillations hertziennes, cherche à montrer qu'il n'existe aucune discontinuité entre les phénomènes optiques et les phénomènes électriques; pour lui, l'identité est absolue. Nous avons déjà eu l'occasion de dire qu'une telle identification souffrait encore quelques difficultés; certaines divergences subsistent qui sont d'autant plus importantes qu'elles semblent bien dues à la nature même des choses.

M. Righi a montré aussi qu'un résonnateur est généralement impressionné à la fois par les ondes électriques de l'excitateur et par les ondes secondaires que le résonnateur peut lui-même émettre;

mais un diélectrique émet, lui aussi, des ondes secondaires, et ce phénomène, analogue à celui que produit une lame biréfringente entre deux nichols à l'extinction, montre à quelles erreurs on serait conduit, dans l'interprétation des phénomènes dont les résonnateurs sont le siège, si l'on ne connaissait pas bien les ondes secondaires qui viennent troubler l'expérience. Ce sont les mêmes difficultés qu'ont rencontrées M. F. Hall, lorsqu'il a cherché à étudier les vibrations électriques à l'aide d'un interféromètre pour ondes électriques, analogue à celui que M. Michelson a utilisé pour l'étude des ondes lumineuses.

Les résultats sont beaucoup plus précis lorsqu'on étudie la propagation des ondes le long des fils : l'analogie optique est moins grande, mais la théorie plus sûre. M. Drude a fait paraître plusieurs mémoires sur la théorie du système de deux fils parallèles de Lecher; M. Lamote a publié une note intéressante sur le même sujet; MM. Ebert et Wiedemann ont continué leurs études sur les phénomènes lumineux que présentent les gaz raréfiés dans le champ du condensateur terminal d'un système de fils de Lecher.

Citons encore des recherches inachevées, mais qui pourront conduire à des résultats très intéressants, de M. Hemptinne sur l'action chimique des oscillations électriques et l'influence de la longueur d'onde sur cette action; disons que M. Bose a étudié par sa méthode, précédemment décrite, l'indice de réfraction du verre ainsi que l'absorption et la polarisation des ondes, et aussi que, si nous ne parlons pas ici des applications à la télégraphie sans fil et des belles recherches de M. Branly sur les tubes radioconducteurs, c'est que nous avons précédemment consacré un article spécial à ce sujet¹.

Diverses questions d'électricité et de magnétisme ont été l'objet de travaux intéressants. Lord Kelvin, MM. Maclean et Galt ont publié les résultats définitifs d'une longue série d'expériences sur l'électrisation de l'air, de la vapeur d'eau et d'autres gaz poursuivie pendant trois ans. Les auteurs, qui avaient montré que l'air s'électrise lorsqu'on y fait tomber des gouttes d'eau, ont mesuré cette électrisation. M. Italo Bossi a montré qu'en général le mouvement modifie la résistance d'une solution saline en mouvement dans le cas où l'effet de l'électrolyse est de changer la concentration autour des pôles. M. Threlfall a évalué la perte d'énergie qui se produit dans un diélectrique soumis à un champ variable, et MM. Pellat et Sacerdote ont montré comment, dans le calcul de l'énergie d'un système électrisé, il faut tenir compte de la quantité de cha-

¹ *Revue gén. des Sciences*, 1898, p. 53.

leur prise ou cédée au milieu ambiant. MM. Dewar et Fleming ont continué leurs recherches déjà signalées sur les propriétés électriques des corps aux basses températures, les constantes diélectriques, par exemple, et aussi les résistances. Ils montrent que les électrolytes semblent devoir se comporter au zéro absolu comme des diélectriques dont la constante est comprise entre 2 et 3 et dont la résistance est infinie. Parmi les nombreux travaux relatifs à l'électrolyse, nous citerons les recherches de M. Tomasi sur les électrolyseurs, les mémoires publiés par M. Arons, par M. Luggin, par MM. Nernst et Scott sur les phénomènes de polarisation qui se produisent dans un diaphragme métallique intercalé dans une auge électrolytique. Signalons aussi les expériences de M. Kohlrausch sur l'électrolyse du chlorure de platine : l'auteur montre que le platine ne se dépose pas pour de faibles courants; le dépôt de platine ne semble donc pas être une action primaire; sans doute le seul cation est l'hydrogène qui fait, par suite, partie constituante de l'électrolyte.

Dans un conducteur quelconque, placé dans un champ variable, il se produit des courants d'induction de sens tel qu'ils tendent à diminuer le champ magnétique dans ce conducteur. Ce sont ces écrans électromagnétiques qu'a étudiés M. Maurain; il a déterminé la variation de la protection avec la fréquence dans le cas des conducteurs non magnétiques; dans le cas du fer, il a mis en évidence l'influence considérable de l'intensité du champ employé, et il a aussi étudié les variations avec la fréquence de l'énergie dissipée par période dans un noyau magnétique soumis à un champ variable.

M. Pellat a étudié l'influence du fer doux sur le carré moyen de la différence de potentiel aux extrémités d'une bobine parcourue par un courant de haute fréquence; le flux d'induction dû au fer est en retard sur celui qui est dû au courant seul, et une partie de l'énergie du courant est transformée en énergie calorifique dans le fer doux.

Quelques travaux sur le magnétisme sont particulièrement à noter. M. Brackett a mesuré les changements de longueur de fils de fer par l'aimantation; tout accroissement de l'induction magnétique augmente la longueur des fils de fer, le champ magnétisant tend à les raccourcir; M^{me} Sklodowska Curie a mesuré l'intensité d'aimantation rémanente et le champ coercif de divers aciers; M. Morin a étudié l'influence de la longueur des aimants sur l'intensité moyenne d'aimantation et arrive à conclure que, dans des aiguilles aimantées de nature et de section identiques, saturées, l'intensité d'aimantation et la densité magnétique sont les mêmes, quelle que soit la longueur de l'aiguille. Enfin,

M. P. Weiss a découvert dans la pyrrhotine ou pyrite magnétique une propriété extrêmement curieuse: il montre qu'il y a une direction pour laquelle l'aimantation est impossible. On est amené par suite à supposer que la matière ne peut s'aimanter que dans un plan perpendiculaire à cette direction; c'est là un fait bien différent de ceux que l'on est habitué à rencontrer et dont les théories actuelles ne sauraient sans doute rendre compte.

VIII. — MESURES ÉLECTRIQUES ET ELECTROTECHNIQUE.

Les procédés de mesures électriques, qui ont aujourd'hui tant d'importance, reçoivent tous les ans de notables perfectionnements. M. Abraham a continué l'étude de son ingénieux rhéographe dont nous avons parlé l'an dernier; M. Bouty a indiqué un procédé pour mesurer les champs magnétiques, fondé sur la mesure de la force électromotrice induite dans un liquide qui s'écoule dans le champ, et l'éminent physicien a appliqué la méthode qu'il avait imaginée à l'étude de quelques problèmes intéressants, entre autres à la détermination des pôles d'un aimant; M. Camichel a fait construire un ampèremètre thermique à mercure commode et précis.

M. P. Janet est arrivé, par un procédé purement électrique, à mesurer la température des lampes à incandescence; la méthode serait applicable d'ailleurs à un corps rayonnant quelconque. Elle consiste à étudier, d'une part, la variation de la résistance de la lampe en fonction de la différence de potentiel aux bornes, d'autre part la variation en fonction du temps de la résistance d'une lampe qui se refroidit; connaissant, d'après des recherches calorimétriques, celles de M. Violle pour le charbon par exemple, la capacité calorifique en fonction de la température, on est conduit au résultat cherché. M. Janet trouve pour le filament des lampes une température comprise entre 1.600 et 1.700°, résultat conforme à ceux de M. Le Châtelier.

En Electrotechnique, ce sont les courants alternatifs simples et les courants polyphasés dont les applications donnent lieu aux plus intéressantes recherches. M. Ricardo Arno a donné une théorie des moteurs électriques asynchrones à courants alternatifs simples, où il retrouve, d'une façon assez élémentaire, les résultats indiqués par M. Leblanc et par M. Blondel; il indique aussi un intéressant procédé de démarrage de ces moteurs. M. Bouchérot a perfectionné en quelques points la théorie et la construction de ses curieux moteurs à courants polyphasés à induits fermés sur eux-mêmes et démarrant en charge. M. Potier a réussi à expliquer comment, contrairement à la théorie ordi-

naire, la distribution des enroulements polyphasés est cause de ce fait, plusieurs fois observé, qu'un moteur peut être transformé en générateur, même si on le fait tourner moins vite que le champ.

M. Graetz a imaginé un bien curieux procédé électrochimique pour transformer les courants alternatifs en courant continu. Utilisant une remarque ancienne de Buff et de Streintz, il envoie le courant dans des voltamètres contenant une dissolution d'alun de potassium, une des électrodes étant en aluminium, l'autre en charbon; il se forme une résistance et un condensateur aluminium, oxyde d'aluminium, électrolyte. Tant qu'on n'a pas atteint 22 volts, le courant ne passe pas, si l'aluminium est l'anode; il passe, au contraire, s'il est cathode. Un dispositif convenable permet d'utiliser ce phénomène pour la transformation de l'alternatif en continu, et le rendement serait, paraît-il, excellent. M. Von Lang a récemment indiqué que l'on retrouve la même force contre-électromotrice de 22 volts dans un arc aluminium-charbon, et il recherche pareillement un courant alternatif par l'introduction d'un tel arc dans le circuit.

IX. — PROPRIÉTÉS ÉLASTIQUES ET THERMIQUES DES CORPS. THERMODYNAMIQUE.

L'étude des propriétés des corps au point de vue mécanique a conduit cette année divers auteurs à des résultats très remarquables. Il convient de citer ici en premier lieu le beau travail de M. Guillaume sur les curieuses propriétés des aciers au nickel; on sait à quelles importantes applications le savant physicien a été conduit; rappelons aussi que M. Marcel Deprez a songé à utiliser l'un de ces alliages pour construire un moteur thermomagnétique qui fonctionnerait dans des conditions plus pratiques que celui proposé autrefois par Edison. M. Guillaume a exposé une théorie de ses expériences qui mérite d'être retenue; il considère les aciers au nickel réversibles comme des composés qui, entre certaines limites de température, sont des mélanges stables d'un composé de fer et de nickel et de deux composants séparés, les aciers irréversibles étant au contraire de simples mélanges. Ces vues amènent à supposer que les forces chimiques peuvent agir dans les solides.

M. Charpy a, par des procédés micrographiques, étudié les alliages au point de fusion minimum, ceux que l'on nomme eutectiques; il montre que ces alliages se présentent à l'état solide sous la forme de simples mélanges de leurs constituants, l'état de division extrême suffisant à leur donner des propriétés particulières. Ce résultat est conforme à ceux obtenus par M. Offer et par M. Ponsot sur les cryohydrates.

L'étude des gaz a occupé avec grand profit plusieurs physiciens. C'est ainsi que M. Leduc établit, sous le nom de loi des volumes moléculaires, une loi limite destinée à remplacer le principe très vague d'Avogadro-Ampère; cette loi s'applique non à l'ensemble des gaz, mais à des groupes que l'étude de la compressibilité permet de distinguer. Elle conduit à calculer les densités et coefficients de dilatation d'un grand nombre de gaz, et l'on en peut déduire toute une série d'applications sur les vapeurs saturantes, la dissociation des gaz et les chaleurs spécifiques. Au cours de ses remarquables recherches, M. Leduc a été amené à observer que, si la loi du mélange des gaz était vraie en tenant compte de l'écart avec la loi de Mariotte, les gaz mêlés sous même pression acquerraient dans le mélange une pression plus grande; comme il n'en est rien, il faut renoncer à l'énoncé donné avec les pressions pour y substituer celui des volumes; M. Sacerdote a vérifié directement ces conséquences.

Dans un ordre d'idées semblable, M. Daniel Berthelot, s'appuyant sur les déterminations de M. Leduc relatives aux densités des gaz et sur les meilleures études de compressibilité, a pu calculer les volumes et les poids atomiques des corps et montrer que ces poids atomiques concordent remarquablement avec les valeurs obtenues par les analyses chimiques.

Parmi les recherches d'ordre expérimental, n'oublions pas de signaler celles qui sont venues perfectionner encore les procédés de liquéfaction des gaz. MM. Dewar et Fleming ont continué leurs recherches sur ce sujet; MM. Moissan et Dewar ont liquéfié le fluor, et, si M. Olzewski n'est pas parvenu à liquéfier l'hélium, qu'il croit plus difficile à liquéfier que l'hydrogène, il a déduit de ses expériences qu'un thermomètre à hélium marche d'accord avec un thermomètre à hydrogène, résultat important, puisqu'il justifie l'emploi du thermomètre à hydrogène pour les plus basses températures¹.

La liquéfaction de l'air est devenue plus aisée encore depuis les recherches de M. Linde, qui a construit une petite machine de trois chevaux-vapeur produisant facilement un litre d'air par heure. Notons ici que, profitant de ce que l'azote s'évapore plus vite que l'oxygène, M. Linde a obtenu,

¹ Depuis que ces lignes ont été écrites, M. Dewar a annoncé qu'il était parvenu à liquéfier l'hydrogène refroidi à 205° sous une pression de 180 atmosphères; l'hydrogène est recueilli dans un récipient formé d'enveloppes de verre argenté entre lesquelles on a fait le vide. L'hydrogène est transparent, n'a pas de spectre d'absorption et n'est pas magnétique. Contrairement à ce que pensait M. Olzewski, l'hélium se liquéfie facilement dans l'hydrogène liquide.

Ainsi, tous les corps connus ont été aujourd'hui amenés à l'état liquide sous une forme stable.

avec de l'air liquide ainsi suroxygéné et du charbon, un explosif qui paraît devoir rendre de grands services.

Au point de vue théorique, des mémoires très importants ont été publiés sur les solides, les liquides et les gaz. M. Ostwald a essayé de pénétrer dans le mécanisme des causes, si bien démentées dans les travaux classiques de M. Gernez, qui font cesser la saturation ou la surfusion; il montre l'analogie qui existe entre le passage de l'état liquide à l'état solide et le passage de l'état gazeux à l'état liquide; la courbe des états du système est analogue à la courbe de van der Waals. M. Gerrit Bakker a exposé une théorie des liquides à molécules simples, et M. Kamerlingh Onnes a cherché la forme que prend l'isotherme quand on ne suppose plus constant le covolume et qu'on tient compte de l'influence des dimensions des molécules sur le nombre des chocs. Enfin, M. van der Waals a étudié comment on pouvait interpréter cinétiquement la condition que le potentiel thermodynamique ait la même valeur dans les deux phases différentes d'une même substance en équilibre.

À côté de ces travaux, inspirés par des idées cinétiques, la Thermodynamique, plus prudente, n'introduit dans ses formules que des grandeurs mesurables et arrive cependant à l'interprétation d'un grand nombre de faits et à la découverte de phénomènes nouveaux. M. Duhem a publié plusieurs études théoriques sur des cas de faux équilibre chimique; M. Marchis a pu, conformément au calcul thermodynamique, comparer l'action d'un échauffement à température fixe sur le déplacement du zéro d'un thermomètre à l'action d'un chauffage à température oscillante. Le remarquable travail de M. Pelabon prouve que, conformément aussi à la théorie développée par M. Duhem, on ne doit pas regarder une réaction comme limitée par la réaction inverse; une action et la réaction inverse s'arrêtent, au contraire, à des limites différentes, et entre ces deux limites se trouve comprise une zone plus ou moins large d'équilibre indifférent ou de faux équilibres: le fait est mis en pleine lumière par l'étude de la composition d'un système formé d'acide sélénhydrique, de sélénium et d'hydrogène.

On doit aussi considérer comme un fruit de la Thermodynamique le progrès qui s'accomplit journellement encore dans la construction des machines thermiques. Cette année, un nouveau moteur, celui de M. Rodolphe Diesel, a particulièrement attiré l'attention. C'est un moteur à combustion intérieure, mais sans explosion. La température de combustion est obtenue avant l'allumage par compression mécanique d'air pur; le cycle n'est plus celui de Carnot, la compression étant entièrement adiabatique; le combustible gazeux ou liquide est

introduit graduellement, et l'on emploie un très grand excès d'air parce que les vapeurs ne peuvent être utilisées d'une manière rationnelle que si l'on met à leur disposition pour la détente une très forte chute de pression; le rendement dépasse les résultats antérieurement obtenus, car il est de 26.6 % de la chaleur totale transformée en travail.

X. — ACOUSTIQUE.

L'Acoustique, qui fut un peu négligée pendant un temps, considérée sans doute comme un chapitre achevé de la Physique, est, depuis quelques années, au contraire, l'objet de fructueuses recherches. Bien des points restent encore à élucider, et dernière les maîtres on peut encore glaner avec profit.

M. Marage a fait une remarquable étude des voyelles en se servant comme réactif des flammes sensibles, photographiées à l'aide des miroirs tournants, d'après la méthode de Kœnig, et il a pu ainsi trouver la caractéristique des voyelles parlées. Au point de vue physique, nous signalerons surtout les résultats obtenus relativement à l'influence des différentes parties de l'appareil et les modifications que font subir au son les cornets acoustiques. Récemment, M. Marage indiquait également comment les différentes parties d'un phonographe altèrent le timbre et la hauteur d'un son, et comment on peut remédier à ces altérations.

Avec des précautions convenables, le phonographe peut néanmoins devenir un enregistreur fidèle, et, sur les courbes tracées dans l'inscription phonographique, d'intéressantes études pourront être faites. M. Hermann a indiqué un procédé rapide et très simple pour retrouver dans ces courbes les sinusoïdes qui les constituent, d'après le théorème de Fourier, et MM. Marichèle et Hemardinquer ont cherché à tirer de la photographie des sillons phonographiques des conclusions relatives à la formation des sons de la voix humaine.

Nous regrettons de ne pouvoir ici qu'indiquer, dans le même ordre d'idées, un livre de M. Guillemin sur la génération de la voix humaine et le timbre, livre un peu touffu, mais d'une lecture particulièrement attachante, où l'on trouve exposé un ensemble de recherches expérimentales et de considérations théoriques parfois discutables mais toujours très intéressantes.

M. Lebedew, qui avait précédemment étudié les oscillations hydrodynamiques produites par une sphère mise en mouvement par un électromoteur, agissant sur un résonnateur plongé dans l'eau, a étendu ses recherches aux vibrations acoustiques; il est parvenu à séparer expérimentalement les actions directes qui s'exercent sur un résonnateur acoustique, les forces de résonnance, des actions

réciproques des vibrations excitatrices et des vibrations provoquées dans le résonnateur; de l'ensemble de ses expériences l'auteur conclut à l'identité des actions pondéro-motrices dues aux vibrations électromagnétiques, hydrodynamiques et acoustiques.

Reprenant une idée de M. Paul Glan, M. Brunhes applique au cas de la propagation du son dans un fluide conducteur les calculs que ce physicien avait faits pour rattacher l'absorption de la lumière à la conductibilité calorifique. Il déduit de ces calculs que le coefficient d'absorption doit être proportionnel au carré de la hauteur du son. On sait bien que la portée des sons diminue notablement des notes graves aux notes élevées; les expériences de MM. Violle et Vauthier ont mis le fait hors de doute. Mais la nouvelle cause de l'absorption, signalée par M. Brunhes, la conductibilité calorifique, est mêlée dans ces expériences à plusieurs autres qui la viennent masquer. Ainsi, par exemple, dans les tuyaux, l'air au contact de la paroi métallique ne subit pas, comme l'a montré M. Boussinesq, les variations périodiques de température des parties centrales, et il en résulte un affaiblissement du son différent suivant la période.

XI. — PHYSIQUE DU GLOBE.

Il ne nous appartient point d'indiquer ici, même dans un rapide résumé, quels progrès ont été accomplis cette année dans les sciences météorologiques; mais un très grand nombre d'expériences les plus récentes, faites en Physique pure, paraissent applicables au cas si complexe des phénomènes qui se produisent dans notre atmosphère et nous croyons utile de signaler quelques-unes de ces applications.

C'est ainsi que les recherches actinométriques sur les radiations solaires profiteront certainement des consciencieuses études de M. Rigollot sur les actinomètres électrochimiques, qui ont fourni à ce physicien un moyen simple pour définir le degré actinique d'une source.

C'est ainsi encore que les météorologistes qui s'occupent des phénomènes électriques qui se produisent dans l'air devront tenir le plus grand compte des ingénieuses remarques de M. Brillouin. Ces remarques se rattachent à des faits que l'on n'aurait pu soupçonner il y a quelques années, mais qui jouent certainement un grand rôle dans la nature. M. Brillouin a démontré que la glace perd rapidement son électrisation sous l'influence des radiations de l'arc électrique; il résulte de là que les cirrus qui se trouvent dans les hautes régions de l'atmosphère, là où l'absorption n'a pas encore réduit l'intensité des radiations ultra-violettes,

doivent devenir positifs, lorsqu'ils sont éclairés par le soleil, tandis que l'air ambiant, qui ne prend pas de propriétés conductrices, se charge négativement. L'action du soleil vient-elle à cesser? les deux électricités se recombinaient; de là, sans doute, les aurores boréales et les éclairs de chaleurs; un rapide affaiblissement de l'action solaire se produit-il? une brusque rupture d'équilibre a lieu, qui donne naissance aux orages. D'autres particularités s'expliquent également, si l'on admet que des causes antérieures ont pu polariser les cirrus.

N'omettons pas non plus de dire quelle contribution intéressante apportent à l'étude optique des phénomènes atmosphériques les derniers travaux de M. Macé de Lépinay sur l'arc-en-ciel.

Le lecteur qui aura bien voulu nous suivre dans la rapide excursion que nous venons de faire à travers les divers chapitres de la Physique, rapportera sans doute de ce court voyage une impression générale que nous ressentons profondément nous-même.

Il nous semble impossible de n'être pas frappé du rôle important que jouent aujourd'hui les hypothèses cinétiques dans les diverses parties de la Science. L'histoire de la Physique, semblable à l'histoire des peuples, ne serait-elle donc qu'un éternel recommencement, et devons-nous périodiquement revenir aux conceptions que, dès l'Antiquité, les philosophes ont imaginées? Les progrès de la Thermodynamique nous avaient cependant fait concevoir d'autres espérances; elle semblait pouvoir nous guider à elle seule dans le domaine physique, tout en se appuyant elle-même que sur des raisonnements et des principes formés par la généralisation naturelle de quelques lois expérimentales. Nous faudra-t-il donc toujours avoir recours à des images, à des interprétations mécaniques, sans doute si peu conformes à la Nature? Certes, nous ne nions point l'utilité d'une hypothèse, mais l'histoire apprend qu'un moment est toujours venu où les plus séduisantes ont entraîné à plus d'erreurs que de découvertes.

Sans doute, le danger n'est pas immédiat, et longtemps nous aurons à enregistrer ici de nouveaux succès à l'actif de ces idées, qu'au point de vue philosophique nous ne saurions cependant partager.

Quelle que soit d'ailleurs l'opinion que l'on professe à cet égard, il convient de ne point oublier que la règle supérieure du physicien est de s'incliner devant les faits; et de faits intéressants et rigoureusement établis, la récolte fut cette année particulièrement abondante.

Lucien Poincaré,

Chargé de Cours à la Sorbonne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Goursat (Ed.), *Professeur de Calcul différentiel et intégral à l'Université de Paris.* — *Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes. Tome II : Méthode de Laplace, systèmes en involution, méthode de M. Darboux, équations de la première classe, généralisations des équations du second ordre, généralisations diverses.* — 1 vol. in-8° de 344 pages. (Prix : 10 fr. 50.) Hermann, éditeur, 8, rue de la Sorbonne, Paris, 1898.

La méthode de Monge et d'Ampère, qui a fait l'objet du premier volume de l'ouvrage de M. Goursat, présente, avec les méthodes relatives aux équations du premier ordre, cette analogie que, seules, les transformations de contact y jouent un rôle fondamental. De même que l'intégration d'une équation du premier ordre, l'intégration d'une équation du second ordre par cette méthode revient à l'obtention d'une transformation de contact qui ramène le problème à une forme sous laquelle la solution en est immédiate.

Le tome II des *Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre* débute par l'étude de la transformation de Laplace, qui fait appel à un ordre d'idées différent, puisqu'elle est spéciale aux équations *linéaires* du second ordre : appliquée à une équation non linéaire, elle ne conduirait pas, en général, à une nouvelle équation de second ordre, mais à plusieurs équations d'ordre supérieur. Cette transformation a été étudiée en détail dans les *Leçons sur la théorie des surfaces* de M. Darboux (tome II); M. Goursat se contente d'en exposer les propriétés les plus essentielles. Il ajoute cependant plusieurs résultats personnels, entre autres cette proposition, par laquelle il répond à une question posée par M. Darboux : *Pour que la suite de Laplace se termine après $n-1$ transformations au plus, il faut et il suffit que $n+1$ intégrales, linéairement distinctes, soient liées par une relation linéaire et homogène à coefficients fonctions d'une seule des deux variables indépendantes données.*

Nous revenons ensuite à l'étude générale des caractéristiques avec les systèmes en involution, qui sont la véritable généralisation naturelle des équations du premier ordre. C'est ce que montre l'auteur, qui, sans se fonder sur les nombreux et importants travaux publiés dans ces dernières années sur les équations aux dérivées partielles simultanées, étend à ce nouveau cas la théorie des caractéristiques, celle de l'intégrale complète, etc. : l'analogie des deux problèmes tenant à ce qu'une intégrale d'un système en involution est un lieu de multiplicités d'éléments qui dépendent d'un nombre fini de constantes arbitraires.

Les considérations ainsi développées permettent d'exposer simplement la méthode de M. Darboux, laquelle consiste à trouver une équation, d'ordre quelconque, ayant avec la proposée une solution commune dépendant d'une fonction arbitraire, et se ramène à la recherche des expressions différentielles d'ordre quelconque invariantes sur les caractéristiques. C'est précisément en faisant appel à des invariants d'ordre de plus en plus élevé que l'on peut intégrer des équations qui échapperaient à la méthode d'Ampère.

Malheureusement, on ne peut assigner *a priori* une limite supérieure de l'ordre de différentiation auquel on pourra s'arrêter. M. Goursat montre que chaque ordre nouveau, à partir du troisième, ne peut donner

qu'un seul invariant, le second ordre pouvant en fournir jusqu'à trois et le premier deux (dans les seules équations de Monge et d'Ampère).

Parmi les applications qui sont indiquées de cette méthode, la plus intéressante concerne ses relations avec la méthode de Laplace. Tout en ne faisant aucunement appel à la forme spéciale de l'équation, la méthode de M. Darboux se montre, lorsqu'on l'applique aux équations linéaires, entièrement équivalente à celle de Laplace. Elle en est la généralisation en même temps qu'elle est la généralisation de la méthode d'Ampère.

La méthode de M. Darboux peut donc être considérée comme la plus générale qui existe actuellement. C'est ce qui ressort encore du chapitre consacré aux équations de la *première classe* d'Ampère, c'est-à-dire dont l'intégrale générale peut s'exprimer par les formules :

$$\begin{aligned}x &= V_1 [x, \beta, f_1(x), f'_1(x), \dots, f_p(x), f'_p(x), \dots, \varphi_1(\beta), \varphi'_1(\beta), \dots], \\y &= V_2 [x, \beta, f_1(x), f'_1(x), \dots, f_p(x), f'_p(x), \dots, \varphi_1(\beta), \varphi'_1(\beta), \dots], \\z &= V_3 [x, \beta, f_1(x), f'_1(x), \dots, f_p(x), f'_p(x), \dots, \varphi_1(\beta), \varphi'_1(\beta), \dots],\end{aligned}$$

où V_1, V_2, V_3 sont des fonctions déterminées de x , de β , de p fonctions $f_1(x), f_2(x), \dots, f_p(x)$, de q fonctions $\varphi_1(\beta), \varphi_2(\beta), \dots, \varphi_q(\beta)$ et de leurs dérivées (en nombre fini, les p fonctions f_1, f_2, \dots, f_p étant liées par $p-1$ équations différentielles d'ordre quelconque, les q fonctions $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_q$ par $q-1$ équations différentielles d'ordre quelconque).

Après avoir discuté le critérium par lequel Ampère enseigne à reconnaître si une intégrale est générale et constaté que ce critérium n'est pas équivalent à celui de Cauchy, l'auteur fait voir que la méthode de M. Darboux, conformément aux prévisions de son auteur, permet d'intégrer toutes les équations de la première classe et même des équations d'une forme encore plus générale.

Mais on peut aller plus loin; d'après une proposition énoncée, quoique non démontrée, par M. Maurice Lévy, toute équation qui peut être intégrée à l'aide d'équations différentielles ordinaires peut s'intégrer par la méthode de M. Darboux. M. Goursat expose la démonstration que donne de ce théorème M. von Weber, tout en signalant certains points qui demanderaient à être élucidés plus complètement. De ce nombre est la position même de la question : on sait qu'une difficulté de cette espèce se rencontre dans toutes les démonstrations d'impossibilités mathématiques.

L'auteur reprend ensuite l'étude des transformations applicables aux équations *particulières* du second ordre. La plus simple de toutes est celle qui consiste à introduire, au lieu de la fonction inconnue, sa dérivée, et à laquelle revient, au fond, la transformation de Laplace. M. Goursat cherche la forme générale des équations auxquelles cette méthode s'applique : de ce nombre est, par exemple, l'équation connue de Liouville. Les transformations linéaires, étudiées par M. Darboux dans le tome II de ses leçons, dérivent de la précédente. Citons encore, parmi les transformations étudiées en cet endroit, celle de M. Backlund, qui joue un si grand rôle dans la théorie des surfaces.

Dans un dernier chapitre, l'auteur examine comment les résultats établis pour le second ordre se généralisent, soit aux ordres supérieurs, soit au cas de plus de deux variables indépendantes.

J. HADAMARD,

Maitre de Conférences
à la Faculté des Sciences de Paris,
Professeur suppléant au Collège de France.

2° Sciences physiques

Fleurent (Emile), *Professeur remplaçant du Cours de Chimie industrielle au Conservatoire des Arts et Métiers.* — **Manuel d'Analyse chimique appliquée à l'examen des produits industriels et commerciaux.** — 1 vol. in-8° de 582 pages avec 101 figures. (Prix relié : 12 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1898.

S'il est relativement aisé d'exposer, sous une forme didactique, les différents chapitres de la science chimique proprement dite, il n'en est pas de même quand il s'agit de faire un choix de procédés d'analyses, applicables à l'examen des produits industriels et commerciaux. Pour qu'il soit judicieusement effectué, ce choix implique nécessairement, de la part de son auteur, des connaissances très étendues ainsi qu'une longue pratique.

Le Manuel de M. Fleurent nous semble conçu dans cet esprit, car, directeur d'un Laboratoire de Chimie industrielle, l'auteur est dans les conditions voulues pour être en mesure d'avoir une opinion sur les procédés qu'il décrit.

Son ouvrage est divisé en deux parties ; dans la première, consacrée aux matières minérales, il est question de l'analyse qualitative systématique : recherche et caractérisation des bases et des acides, leur séparation, etc. Vient ensuite l'analyse quantitative de ces mêmes matières, ainsi que la description des méthodes générales par pesées et des méthodes volumétriques. Ces méthodes sont ensuite appliquées au dosage des métalloïdes et de leurs principaux dérivés : chlore, brome, iode, fluor, carbone (combustibles), soufre, eaux, eau oxygénée, silicates, etc.

A ce chapitre succède un autre ayant trait à l'analyse quantitative des produits métalliques et des composés usuels qui s'y rattachent : aluminium, avec ses minerais et ses sels, argent, arsenic, baryum, calcium, cuivre... fer, fontes, aciers... zinc, avec leurs minerais et leurs principaux sels.

Le dosage des alliages et des colorants inorganiques des plus importants, de la chaux, du ciment, du plâtre, des engrais minéraux, est décrit dans autant de chapitres spéciaux.

Cette première partie de l'ouvrage se termine par un petit paragraphe qui ne manque pas d'importance et qui, dans tous les cas, dénote chez son auteur un esprit d'ordre et d'économie indispensable à tout bon docteur. Il s'agit de la régénération de l'argent, du platine et du molybdate d'ammoniaque employés comme réactifs.

La seconde partie du Manuel a trait aux matières organiques. Combien nombreux et variés sont les composés rentrant dans cette catégorie ! Heureusement, l'auteur a encore su se borner et s'est attaché à n'étudier à fond que les principales de ces matières. Cette seconde partie débute par l'analyse organique proprement dite, ainsi que par les méthodes de dosage de l'azote. Dans une série de huit chapitres successifs, l'auteur nous donne ensuite une étude des terres arables, l'analyse d'un engrais complet, de produits végétaux et animaux (amidon, farines, cellulose, tannin, matières grasses, beurres, laits, savons, sucres), l'étude des boissons fermentées et de leurs falsifications, l'analyse des tissus, le dosage volumétrique de l'acétone dans les méthylènes, la détermination du point d'inflammabilité des pétroles, des essences, etc.

On trouvera enfin, souvent intercalés à la fin de chaque chapitre, des tableaux donnant les résultats d'application des méthodes développées dans le texte et empruntés aux tableaux originaux des auteurs.

Sous sa forme concise et claire, ce Manuel peut rendre les plus grands services aux débutants dans l'art très délicat de l'analyse, comme aux analystes consommés pour lesquels la grande variété des sujets traités permettra d'aborder toutes les questions qui leur seront soumises.

A. HALLER,
Directeur de l'Institut Chimique de Nancy.

3° Sciences naturelles

Delebecque (André), *Ingénieur des Ponts et Chaussées.* — **Les Lacs français.** — 1 vol. in-4° de 436 pages avec 153 figures et 22 planches. Typographie Chamerot et Renouard. Paris, 1898.

Des milliers de touristes viennent tous les ans se reposer sur les bords des lacs des Alpes, de l'Auvergne et des Vosges, et admirent le spectacle grandiose ou charmant qu'ils présentent ; les rivières vivent des poissons renfermés dans leurs profondeurs, les agriculteurs savent faire profiter leurs champs des eaux qui s'écoulent régulièrement par les émissaires. Sans ces lacs, la France serait moins facile et moins agréable à habiter. Cependant, jusqu'à une époque toute récente, on en jouissait sans penser à les étudier.

M. Delebecque, séduit par ces beaux lacs qu'il allait voir presque chaque année, s'est d'abord contenté, comme les autres, de les admirer, mais peu à peu intrigué par le mystère de ces profondeurs bleues ou vertes, il a cherché à les mieux connaître. Il a donc sondé patiemment et méthodiquement le lac de Genève dans sa partie française, qui était absolument inconnue. Il a ensuite exploré les lacs d'Annecy et du Bourget, puis il a continué ses investigations sur près de cent cinquante lacs, répartis dans les régions les plus diverses de notre territoire : Alpes, Jura, Vosges, Plateau central, Pyrénées, Landes, littoral méditerranéen, et situés aux altitudes les plus variées. Combinant les résultats des recherches d'autres explorateurs, parmi lesquels il convient de nommer MM. Belloc, Thoulet, Magnin, avec les siens, M. Delebecque vient de publier un livre tout à fait remarquable.

Il expose d'abord comment les lacs français sont répartis sur le territoire, par quelles méthodes et avec quels instruments on procède aux sondages ; il décrit ensuite avec beaucoup de précision les principaux lacs français.

Suivent des chapitres, relatifs aux caractères généraux de la topographie des lacs, à la nature de leur sol, à la manière dont ils s'alimentent et se viduent, aux variations de niveau. L'auteur étudie ensuite les températures des lacs, la couleur et la transparence des eaux, les matières dissoutes ou les gaz qu'elles contiennent. Toute cette partie de l'ouvrage traite des lacs tels qu'ils sont à l'heure présente. Mais M. Delebecque a voulu aussi s'enquérir de leur histoire. Il a donc recherché quelle est leur situation par rapport aux différents terrains qui constituent l'écorce terrestre, quelles forces ont présidé à leur formation, et comment ils disparaissent. L'ouvrage se termine par un tableau des principaux lacs français.

Cette rapide analyse permet de juger de l'excellente ordonnance du livre. Il faut encore louer la bonne exécution typographique, les gravures, dont beaucoup sont des fac-simile de photographies prises par l'auteur, les cartes et particulièrement la belle carte du lac de Genève au 1/100.000.

Grâce à M. Delebecque, la science limnologique est maintenant tout aussi avancée en France qu'à l'étranger.

HENRI DÉRHAUX,
Docteur en lettres,

Rabaud (Elienne), *Préparateur du Laboratoire de Tératologie à l'Ecole des Hautes-Etudes, Chef de Laboratoire de la Faculté de Médecine de Paris.* — **Essai de Tératologie. Embryologie des Poulets omphalocéphales.** (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. de 112 pages avec 37 figures. F. Alcan, éditeur. Paris, 1898.

L'omphalocéphalie est une curieuse monstruosité, découverte par Barreste chez les jeunes embryons d'Oiseaux, dans laquelle la tête, recroûlée en dessous, vient faire saillie par l'ouverture ombilicale et porte le cœur sur la nuque. Sauf un travail très insuffisant de Watrynski, son anatomie intime n'avait été jusqu'ici l'objet

d'aucune étude. On ne peut que féliciter M. Rabaud d'avoir entrepris et mené à bien la tâche délicate d'appliquer ici la méthode des coupes sérieuses, la seule qui puisse donner des résultats complets. Les observations ont porté sur une quarantaine d'Omphalocéphales de divers stades, représentant environ 2 % de la totalité des œufs incubés dans des conditions tétragoniques variées; ce sont, avec les Celosomes, les monstres les plus fréquents.

Dans l'omphalocéphalie, l'extrémité antérieure de l'axe nerveux se replie deux fois sur elle-même: la « tête nerveuse » déprime l'ectoderme sous-jacent et s'en coiffe à la place du revêtement ectodermique qu'elle devrait avoir normalement; elle occupe la cavité œsophagienne qui se forme autour d'elle, et son extrémité vient faire saillie par l'orifice postérieur de l'œsophage. On ne connaît pas de cas où l'ombilie se soit clos en enfornant la tête: les monstres observés sont toujours morts avant ce terme possible. Le cœur, développé très rapidement et d'une façon exagérée, occupe sa situation normale. Ces phénomènes s'accompagnent naturellement de troubles accessoires. L'encéphale est absolument malformé et ses régions méconnaissables; on ne trouve pas de vésicules optiques; probablement en conséquence de l'absence de la couche externe d'ectoderme, les arcs branchiaux ne se constituent pas: on ne peut s'orienter que grâce à la présence des vésicules auditives qui paraissent normales. Le cœur, volumineux, a, d'une façon générale, ses quatre cavités étalées sur la nuque: leur forme et leurs rapports subissent toutes sortes de variations. L'organe est laissé en dehors du repli amniotique. Les vaisseaux suivent le contour aberrant du système nerveux et de la poche endodermique qui entoure la tête, ce que l'auteur explique par leur origine endodermique, qu'il admet avec d'autres en s'appuyant sur ses propres observations; les gros troncs sont reliés au cœur par des collatérales; l'aorte ne donne pas de crosses par suite de l'absence des arcs branchiaux. Le système vasculaire est abondamment développé, et, de plus, l'auteur n'a pas observé d'hydropisie chez les Omphalocéphales, mais l'oxygénation est en général rendue illusoire par les anastomoses artérioso-veineuses et des connexions paradoxales qui sont des malformations secondaires habituelles. C'est ce qui explique la mort précoce de ces monstres. Daresté n'en a jamais rencontré qu'un seul ayant atteint le huitième jour. La corde dorsale se développe régulièrement, mais en suivant la courbure de la tête, en raison de son origine endodermique. Dans ses autres parties, l'embryon ne présente guère habituellement qu'un retard sensible du développement, sans troubles importants.

Quant à l'origine de cette monstruosité, Daresté admettait que la tête, s'étant recourbée en bas sous l'influence d'une cause mécanique inconnue, les ébauches paires du cœur se soudent au-dessus d'elle, ne pouvant plus se rencontrer en dessous. Warynski, à la suite d'expériences de compression artificielle qui sont sujettes à de graves critiques, pensait que cette cause mécanique devait être la pression de l'embryon contre la coquille. Mais comme l'auteur constate que jamais l'ectoderme superficiel n'est entraîné avec la tête nerveuse, et que celle-ci se recourbe de très bonne heure, alors qu'elle ne pourrait réellement buter contre la coquille, il faut renoncer à l'hypothèse de l'origine mécanique par compression. En outre, en ce qui concerne le cœur, M. Rabaud repousse l'idée de la duplicité originelle de l'ébauche, et défend l'ancienne opinion de l'ébauche unique en l'appuyant de certaines observations, qui nous semblent insuffisantes, car il paraît bien établi que, chez les Amniotes, le cœur se développe par deux ébauches; mais ce stade primitif est très fuzace et a pu lui échapper. Considérant que les faits essentiels de l'omphalocéphalie sont la suractivité de la formation cardiaque et la lenteur de la formation nerveuse, et que le phénomène initial est l'inversion des époques d'apparition de ces deux formations,

l'auteur pense que l'essence même des phénomènes est très profonde, réside peut-être dans la constitution et la biologie des éléments embryonnaires.

Comme conséquence de cette étude si complète des vrais Omphalocéphales, l'auteur a été amené à en séparer trois formes de monstres, qu'il étudie également. La première était déjà connue: ce sont les « monstres à cœur double », considérés par Daresté comme la phase initiale de l'omphalocéphalie; l'auteur montre qu'ils en diffèrent essentiellement, le système nerveux antérieur étant rectiligne et nullement difforme; pour lui, de plus, les organes latéraux contractiles, terminés en cul-de-sac, ne sont que les extrémités des veines omphalo-mésentériques: le cœur ne s'est pas développé sous l'influence de la poussée du système nerveux, qui a pris sa place par suite de la pression de la coquille. Ce sont des monstres acardiques, rares et bientôt morts. — Les deux autres formes sont nouvelles: l'auteur les décrit et les nomme. Ce sont: 1° les *Ectrosomes*, monstres hydriques dont le corps est partiellement avorté en avant, et commence seulement au point où le cœur, en partie détruit, se trouverait normalement; 2° les *Phagiencephales*, chez lesquels, pour une cause inconnue, l'extrémité antérieure du système nerveux s'est repliée latéralement de droite à gauche; l'encéphale est mal formé, le cœur rejeté tout entier d'un même côté, en avant de l'embryon; l'aire vasculaire peut être normale; on comprend que, d'après leur apparence extérieure, ils aient été pris pour des Omphalocéphales à demi développés.

G. SAINT-REMY,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Nancy.

Fouillée (A.). — Tempérament et Caractère selon les individus, les sexes et les races. — 1 vol. in-8° de xx-378 pages. (Prix: 5 fr.) F. Alcan, éditeur. Paris.

L'objet essentiel de M. Fouillée est moins ici d'essayer une nouvelle classification des caractères et de donner, des principaux types qu'il aurait réussi à constituer, des descriptions précises et méthodiques, que de déterminer les lois qui président à leur formation, et surtout d'expliquer, par les modes différents de réaction que présentent chez les divers individus les tissus et les appareils, et, tout spécialement, les centres nerveux, la diversité originelle des tempéraments, base organique des caractères. Nul être humain normal ne naît avec un caractère tout formé; l'enfant apporte avec lui des prédispositions congénitales qu'il doit à sa race, à son sexe, à son tempérament, mais le milieu physique et moral où il est placé, l'éducation à laquelle il est soumis, les idées qu'il acquiert par lui-même les modifient en des limites assez étendues. Le caractère d'un individu se peut donc réduire à un groupe d'habitudes que les conditions extérieures d'une part, et de l'autre la puissance et la direction de son intelligence, la forme de sa sensibilité et son degré de stabilité et d'intensité, l'énergie, la rapidité et la coordination plus ou moins grandes de ses réactions volontaires ont engendrées en lui. Si, sous l'influence à la fois du milieu variable où est placé un individu et des changements organiques que l'âge détermine, ses habitudes se modifient sans cesse, il faut cependant reconnaître que son caractère est, dans une large mesure, sous la dépendance de son tempérament congénital. Les différences originelles qu'on constate d'un tempérament à l'autre, M. Fouillée les considère comme liées essentiellement à la prédominance dans l'organisme, et spécialement dans le tissu nerveux, des processus cataboliques sur les processus anaboliques, et inversement. Bien qu'impliquées toutes deux à la fois dans la fonction sensitive et dans la fonction motrice, l'intégration et la désintégration de la substance nerveuse caractérisent plus particulièrement l'une la sensation, l'autre la réaction motrice. Si l'un de ces processus vitaux a une activité plus grande que la normale, l'autre, en raison de la loi du balancement organique, subira une diminution d'activité cor-

relative. On obtiendra ainsi deux types principaux de tempéraments : le sensitif et l'actif. D'après le degré d'intensité et de rapidité des processus anaboliques ou cataboliques, on pourra introduire des subdivisions dans ces types : 1° sensitif à réaction prompte et peu intense (vil ou sanguin) ; 2° sensitif à réaction intense et plus lente (nerveux) ; 3° actif à réaction prompte et intense (ardent, colérique ou bilieux) ; 4° actif à réaction lente, faible et soutenue (léthargique). Il faut ajouter à ces quatre types les équilibrés et les apathiques, pour avoir un tableau complet des tempéraments. Mais il convient de remarquer que les tempéraments purs ne se rencontrent guère dans la réalité et qu'on a affaire le plus souvent à des tempéraments mixtes, dans lesquels prédomine, d'une manière plus ou moins marquée, mais fort loin d'être exclusive, tel ou tel mode de réaction. Il faut, de plus, noter que la forme particulière de la conscience de chacun impose à son caractère une structure déterminée et un mode de réaction spécial ; l'intelligence est un facteur actif de la formation de l'individualité ; prendre conscience de sa constitution et de son tempérament, c'est, en effet, en les modifiant, les transformer déjà par cela seul en caractère. On pourrait même dire que l'agent essentiel de l'évolution humaine c'est l'intelligence, et qu'ainsi s'explique le prodigieux développement qu'elle a atteint sous l'influence des processus de sélection, et que seule pouvait atteindre une fonction « utile ».

La prédominance chez l'adulte — dont l'individualité est constituée — des fonctions intellectuelles, ou de la sensibilité réceptive, ou des réactions motrices fournira le principe d'une classification générale des caractères ; les proportions relatives des éléments subordonnés permettront de créer des subdivisions dans les groupes généraux ainsi obtenus. D'autres différences apparaîtront encore, suivant que prédomineront par exemple : chez les intellectuels, la puissance d'imaginer ou l'aptitude à abstraire et à généraliser ; chez les sensitifs, telle catégorie d'émotions ; chez les volontaires, les tendances égoïstes ou altruistes.

A la suite de Geddes et Thomson, M. Fouillée met en corrélation les aptitudes mentales qui différencient l'homme et la femme et les propriétés opposées des éléments sexuels masculins et féminins : dans l'élément mâle prédominent les processus de désintégration, dans l'élément féminin les processus d'intégration ; l'homme sera donc agissant et volontaire ; la femme, douée d'un tempérament d'épargne, sera de nature sensitive, affectueuse et douce, conservatrice et économe. Les fonctions sociales et mentales des deux sexes sont hautement différenciées et elles ont, pour l'éducation et la prospérité de l'espèce, une importance égale ; l'injuste domination de l'homme sur la femme ne saurait donc se justifier, mais on ne peut espérer que s'effacent jamais les différences psychologiques qui les séparent l'un de l'autre, tant au point de vue intellectuel qu'au point de vue volontaire, et qui reflètent les différences organiques qui existent entre eux. Inférieure par la force d'attention et de raisonnement, par tout ce qui « dans l'intelligence est affaire de quantité », la femme s'acquitte imparfaitement des opérations que gêne l'intervention de la sensibilité, mais elle excelle en tout ce qui est du domaine du *sentiment intellectuel*, en tout ce qui exige de la délicatesse, du tact et de l'adresse. Elle ne pourrait acquiescer les qualités essentiellement masculines qu'au détriment de ses qualités propres et au prix d'efforts qui altéreraient sa santé et sa vigueur, au dommage de sa fonction essentielle, la reproduction.

Le livre se termine par quatre chapitres où l'auteur étudie à grands traits le caractère des « primitifs », où il voit comme l'ébauche du caractère même des civilisés, les différences psychologiques qui existent entre les principales races humaines, l'influence que peuvent exercer l'éducation et le croisement sur les traits distinctifs des races, et enfin l'avenir réservé aux races supérieures et en particulier à la race blanche. Il tente

d'établir que si, aux premiers stades de l'évolution, les différences sont profondes entre les groupes ethniques et les ressemblances étroites entre les membres d'un même groupe, tandis qu'à un stade plus avancé le phénomène inverse se produit, une période va s'ouvrir « où les ressemblances croissantes n'empêcheront pas les différences croissantes », où la multiplication des éléments communs aux divers esprits n'entravera pas l'apparition d'aptitudes individuelles, toujours plus nombreuses, plus différenciées et plus originales.

Il convient d'applaudir à cette tentative de M. Fouillée de donner des caractères une classification explicative et qui repose sur un fondement biologique, mais on ne doit pas se dissimuler que cette classification *a priori* ne se fonde que sur des interprétations hypothétiques et à demi arbitraires de processus organiques dont la liaison avec les phénomènes psychiques est encore très incomplètement éclaircie. Quelle confusion semble s'être introduite, en ce qui concerne les relations du tempérament sensitif et du processus anabolique, entre les deux sens du mot « sensibilité » : on ne saurait guère lier une émotion à un processus d'intégration, le caractère épuisant des émotions vives suffit à l'indiquer. Toute représentation d'ailleurs implique un travail cérébral, une dépense d'énergie, au même titre qu'une décharge motrice. Faire du nerveux un homme chez lequel prédomine, par manque de vitalité, le mouvement intime de réintégration et du sanguin un homme chez lequel il prédomine par excès de vitalité, c'est là une conception qui paraîtra à bien des gens la construction d'un puissant esprit philosophique, qui obéit à un besoin d'ordre et de symétrie, plutôt que l'expression d'une réalité biologique. Chez le nerveux, si la dépense musculaire est faible, la dépense interne est considérable ; elles s'équivalent physiologiquement. Dans les beaux chapitres qu'il a consacrés à la psychologie des sexes, M. Fouillée a trop cédé au désir de mettre de l'unité entre des faits très divers et disjoints et sa femme « idéale » ne correspond qu'à l'un des nombreux types féminins.

L. MARILLIER,

Agrégé de l'Université.

4° Sciences médicales

Wide (A.), *Directeur de l'Institut orthopédique de l'Etat à Stockholm. — Traité de Gymnastique médicale suédoise. Traduction, annotée et augmentée, par le Dr M. BOURCART, Privat-Docteur à l'Université de Genève.* — 1 vol., in-8 de 440 pages avec 120 figures. (Prix : 12 fr. 50.) F. Alcan, éditeur à Paris, et Georg et Cie, éditeurs à Genève et à Bâle. 1898.

La gymnastique médicale est « celle par laquelle on cherche à guérir ou à améliorer un état pathologique au moyen de mouvements efficaces, exécutés par le malade seul, dans une position exacte ou avec l'aide d'une autre personne ». Cette excellente définition de Ling a inspiré le présent ouvrage, qui vient à point pour profiter de l'intérêt universellement porté aux agents curateurs physiques. Ce traité se compose de deux parties : l'une est consacrée à l'exposé méticuleux des pratiques d'une gymnastique rationnelle et méthodique, avec nombreuses figures à l'appui ; l'autre est relative au traitement des affections des divers appareils et empreinte d'une sage réserve. Au cours de ce livre, très important pour son sujet, on voit toute l'ardeur que les auteurs ont mise à élever ces pratiques manuelles à la hauteur d'un acte thérapeutique, et toute leur ambition de placer la gymnastique parmi les applications scientifiques. Il s'en faut encore de beaucoup. Mais si nous ne pouvons admettre comme eux « qu'avec la gymnastique suédoise on peut arriver à un dosage de l'effort musculaire aussi rigoureux que la pesée des médicaments avec la balance », nous nous plaisons à les féliciter d'avoir tenté de tirer de l'empirisme les multiples exercices de gymnastique et de massage.

Dr A. LÉTIENNE.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Mai 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. D. Eginitis** a recherché les causes de l'agrandissement des disques du Soleil et de la Lune à l'horizon; il n'a pu tirer aucun résultat positif de ses observations. Celles-ci lui permettent néanmoins d'affirmer que les causes invoquées par Descartes, Alhazen, puis Gassendi n'ont aucune influence ou qu'une influence très faible sur le phénomène. — **M. H. Deslandres**, à propos des récentes remarques de M. Goldstein, revient sur le rôle des rayons cathodiques, émis par le Soleil, dans les phénomènes célestes. Ils prennent une grande part dans la formation de la couronne solaire, de la queue des comètes, des aurores boréales, des orages magnétiques. — **M. Loewy** signale un tremblement de terre qui s'est produit le 6 mai dans les départements de Saône-et-Loire et du Jura. — **M. Mascart** annonce que M. Leist a trouvé à Khotévtok (Russie), un pôle magnétique local. — **M. Paul Painlevé** poursuit ses recherches sur la détermination explicite des équations différentielles du second ordre à points critiques fixes. — **M. E. Goursat** démontre que, pour qu'une équation d'ordre n à r variables indépendantes x_1, x_2, \dots, x_r , et à une fonction inconnue z , admette une famille de caractéristiques d'ordre n , il faut et il suffit que la forme

$$I = \sum p_1 z_1 \dots z_r \sum_1 z_1^2 \dots z_r^2 \dots \sum_r z_1 \dots z_r (z_1 + z_2 + \dots + z_r = n)$$

où $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_r$ sont r variables auxiliaires, soit divisible par un facteur linéaire en $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_r$. — **M. Alf. Guldberg** énonce la proposition suivante : Soient données deux équations aux différentielles totales de premier ordre complètement intégrables $\omega_1(x, y, z, dx, dy, dz) = a$, et $\omega_2(x, y, z, dx, dy, dz) = b$, qui, par différentiation, donnent la même équation aux différentielles de second ordre; toute équation aux différentielles totales de premier ordre complètement intégrable $F(\omega_1, \omega_2) = 0$ s'intègre sans intégration.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. H. Pellat** a constaté qu'un anneau de fer placé directement sur une plaque sensible l'impressionne, tandis qu'il ne se produit aucun effet si l'anneau est renfermé dans une petite cage de verre. Il n'y a donc pas production de rayons analogues aux radiations uraniques, mais dégagement d'un corps volatil. — **M. P. Villard** admet que, dans un tube de Crookes, l'émission cathodique est alimentée par un afflux de matière chargée positivement, provenant des diverses parties du tube; ce courant, repoussé par les parois, prend la symétrie de l'appareil et forme le faisceau cathodique. — **M. Virgilio Machado** augmente l'intensité des rayons X en enveloppant la portion du tube entourant la tige qui fixe le miroir cathodique avec une lame métallique flexible ou avec une hélice de fil de cuivre isolé. — **M. A. Guéhard** a soumis des surfaces égales d'une plaque sensible uniformément voilée à l'action de volumes confinés inégaux de liquide révélateur et a observé une différence de teinte entre les parties ainsi impressionnées et le fond de la plaque. Lorsqu'il y a eu communication capillaire entre les volumes de révélateur, la trace noire du courant osmotique était toujours dirigée de la plage sombre vers la plus claire. — **M. Armand Gautier** expose les résultats obtenus par sa méthode de dosage de l'oxyde de carbone. Il s'est d'abord assuré que l'anhydride iodique à 60° oxyde tout l'oxyde de carbone contenu dans l'air, puis que l'iode mis en liberté est absorbé entièrement par le cuivre réduit pulvérulent à 100°. Les

quantités d'oxyde de carbone trouvées ont varié de 0 à 1,23 centimètres cubes pour 100 litres d'air. Il y aurait lieu de déduire de ce chiffre le volume, d'ailleurs très faible, des hydrocarbures qui sont également oxydés par l'anhydride iodique. — **MM. H. Le Châtelier** et **O. Boudouard** ont déterminé les limites d'inflammabilité de l'oxyde de carbone; il n'y a plus aucun mélange d'oxyde de carbone et d'air combustible dans les tubes d'un diamètre inférieur à 2^{mm}.3 ou sous une pression inférieure à 80 millimètres de mercure. Les mélanges d'oxyde de carbone avec l'acétylène suivent la loi des proportions, mais non les mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène. — **M. P. Lebeau** a obtenu, en réduisant la glucine par le bore dans un creuset de charbon au four électrique, un borocarbure de glucinium C^{Bo}G^{Gl}. C'est un corps cristallisé, d'une densité voisine de 2,4; il s'oxyde superficiellement dans l'oxygène au rouge, brûle dans le chlore et dans le brome, se dissout dans les acides. — **M. V. Thomas** a cherché à produire des sels halogénés mixtes du plomb en faisant réagir des chlorures ou iodures métalliques avec des sels halogénés de plomb. Il n'a jamais obtenu qu'un seul et même composé, le chloriodure PbCl₂I, cristallisant anhydre. Ce corps réagit avec l'hypoazotite comme les iodures de plomb et donne de l'iode et un oxychlorure. — **M. F. Osmond** divise les alliages de fer et de nickel en trois groupes, au point de vue de leur microstructure : les alliages de 0 à 8 % de nickel ont une structure semblable à celle des aciers ordinaires; les alliages de 12 à 25 % de nickel présentent des faisceaux fibreux rectilignes; les alliages à teneur plus élevée ont une structure purement cristalline. Tous ces alliages deviennent facilement schisteux sous l'influence du forgeage. — **M. G. Massol** communique des données thermochimiques relatives à l'acide éthyl-malonique; si on le compare avec ses isomères, les acides glutarique et méthylsuccinique, on constate que la valeur acidimétrique diminue progressivement avec l'écartement des carboxyles. — **M. Léo Vignon** a constaté que la molécule cellulosique, oxydée, devient facilement décomposable par la potasse : la majeure partie, insoluble dans ce réactif, a tous les caractères de la cellulose initiale (chaleur de combustion, formation de furfural). La partie dissoute, plus complexe, réductrice, aldéhydrique, contient une substance précipitable par les acides qui donne des proportions de furfural relativement considérables. — **M. P.-P. Dehéraïn** a étudié les causes de la déperdition d'ammoniaque qui accompagnent la fabrication du fumier de ferme. Pour empêcher cette perte, il faut observer les règles suivantes : 1° Conduire les lièbres salées sur la plate-forme, le plus souvent possible, tous les jours, par exemple; 2° laver les rigoles de façon à ne pas y laisser séjourner les urines; 3° arroser souvent le fumier avec le purin, de façon à y déterminer une fermentation active; la production constante de l'acide carbonique, dans la masse bien tassée, s'oppose absolument à la diffusion de l'ammoniaque. — **MM. Aimé Girard** et **L. Lindet** ont étudié le développement progressif de la grappe de raisin. La rafle, qui soutient les grains, varie peu de poids et de composition pendant la maturation; des trois parties du grain, la pulpe seule augmente de poids pendant la maturation; le poids des peaux reste constant et celui des pépins diminue. La pulpe s'enrichit en sucre, en acide tartrique, en matières minérales et azotées, mais se déshydrate. — **M. E. Fleurent** a constaté que la farine de féverole contient 91,60 % de caséines végétales, se comportant comme la glutéine de la farine de blé, et 8,40 % de fibrines végétales, se

comportant comme la gliadine. Cette composition explique le rôle joué, en boulangerie, par l'addition de farine de féverole à certaines farines : ces dernières contiennent un excès de gliadine qui est compensé par l'excès de gluténine de la féverole.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Ollier montre que l'accroissement en surface des lambeaux dermiques dans la zéffe autoplastique tient aux mouvements de la région et à l'extension exercée sur les lambeaux dermiques par ces mouvements; on n'observe pas d'accroissement des lambeaux transplantés sur des régions fixes. — M. S. Arloing a cultivé le bacille de la tuberculose sur des tranches de pomme de terre cuite baignant dans l'eau glycinée et a obtenu des colonies qui s'émulsionnent très facilement. L'auteur a préparé ensuite des cultures homogènes liquides en partant des cultures précédentes; dans les cultures en bouillon, les bacilles peuvent être doués de mouvements très agiles.

— M. A. Cagnieu établit que, chez les embryons assez âgés des Vertébrés, les ganglions spinaux sont complètement enfermés dans l'ébauche cartilagineuse de la colonne vertébrale; ce n'est que plus tard, secondairement, qu'ils sortent de l'intérieur de la colonne vertébrale par les trous de conjugaison. — M. E.-L. Bouvier décrit une espèce nouvelle d'Oncyphore, le *Peripatus Tholoni*, qui est intermédiaire entre les formes américaines et celles du Cap. L'auteur pense que les Péripates, originaires de l'Amérique centrale, se sont répandus autrefois, à travers des continents qui n'existent plus, vers l'est en Afrique et vers l'ouest en Australie, où ils ont atteint aujourd'hui le terme de leur évolution. — MM. E.-L. Bouvier et H. Fischer poursuivent l'étude de l'organisation, d'ailleurs très primitive, de *Pleuronomaria Quoyana*. Ils décrivent le système nerveux, les organes des sens et la radule. — M. Ph. van Tieghem présente la troisième édition de ses *Éléments de Botanique*. — M. L. Matruchot a constaté que le cytoplasma des Mucorinées se différencie, à un moment donné, en une masse transparente (*hyaloplasma*) et en un certain nombre de corps protoplasmiques granuleux (*enchylema*) inclus et disposés régulièrement à la périphérie. En vieillissant, les cordons protoplasmiques se morcellent et toute la masse finit par se transformer en un hyaloplasma de plus en plus aqueux. Cet état final n'a donc pas ici l'origine que l'on décrit dans les végétaux supérieurs comme étant due à l'extension des vacuoles. — M. H. Coupin a déterminé la résistance des graines à l'immersion dans l'eau. Les unes (lin, pavot) résistent à peu près le même temps dans l'eau renouvelée et dans l'eau confinée. D'autres résistent mieux dans l'eau renouvelée (moutarde, millet, betterave, poirau, tomate, etc.); d'autres enfin résistent plus dans l'eau confinée (mauve, blé, avoine, asperge).

— M. J. Perraud a constaté que les traitements contre le black-rot doivent avoir lieu aux époques suivantes pour être efficaces : 1^o lorsque les rameaux ont de 0m,15 à 0m,20 de longueur; 2^o au moment où quelques fleurs commencent à s'ouvrir; 3^o après la fin de la floraison; 4^o alors que les grains ont atteint les deux tiers de leur volume définitif. — MM. W. Kilian et P. Termier signalent de nouveaux gisements de roches éruptives dans les Alpes françaises, en particulier; l'existence de microdiorites dans la haute vallée de la Clarée; l'accumulation de galets de porphyres pétrosileux à Allos, etc. — M. G.-F. Dollfus a reconnu l'existence d'un dépôt important de tuf quaternaire à Montigny, près Vernon; il paraît dû à une source très abondante, qui existe encore dans cette région. — M. E.-A. Martel décrit l'éboulement du village de Saint-Pierre-de-Livron, bâti sur un plateau de tuf. Celui-ci doit être attribué à l'infiltration des eaux et à l'exploitation imprudente des bancs de tuf. Il y aurait lieu de prendre des mesures pour que des faits analogues ne se reproduisent pas dans des localités ayant la même situation géologique.

Séance du 16 Mai 1898.

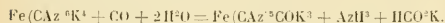
M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de

M. Soufflard, correspondant de la Section d'Astronomie.

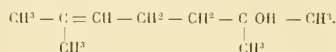
1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Picard démontre qu'il n'existe pas, sur des surfaces algébriques, des séries de groupes de n points, dépendant de $2n$ paramètres, et correspondant uniformément à des fonctions abéliennes (non dégénérées) de $2n$ variables (en dehors du cas $n=1$, où l'on a des surfaces hyperelliptiques). — M. Adrien Féraud étudie le développement de la fonction peritricatrice. Il indique toutes les formes de symétrie du polynôme $F(x, y)$, représentant le carré de la distance de deux astres, suivant la nature et la position des orbites. — M. Ernest Duporcq démontre la proposition suivante : Si cinq couples de points, conjugués dans une correspondance quadratique rationnelle, sont aussi conjugués dans une transformation homographique, ils déterminent, dans la correspondance quadratique, une infinité de couples de points conjugués, qui se correspondent homographiquement sur deux coniques. On en déduit que, « si un plan P se déplace dans l'espace, de sorte que cinq de ses points restent sur des sphères dont les centres appartiennent à un plan fixe P' , il existera dans le plan P un sixième point jouissant de la même propriété ». — M. G.-A. Miller étudie les propriétés des groupes hamiltoniens d'ordre 2ⁿ, qui, par multiplication avec les groupes abéliens d'ordre impair, servent à engendrer tous les groupes hamiltoniens. — M. G. Perry envoie une note sur le mouvement conjugué de mouvement de concentration.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Poincaré poursuit l'étude de l'influence de la Lune sur la pression et les composantes horizontales du vent. — M. Mascart communique de nouvelles observations du tremblement de terre du 6 mai faites à Chambéry, Annecy, Saint-Genis-Laval et Genève. Les sismographes de Lyon, Grenoble et Genève n'ont pas été affectés. — M. A. Crova a construit un actinomètre absolu, destiné surtout à des étalonnages. Il se compose d'un disque de cuivre très bon conducteur de la chaleur, d'épaisseur rigoureusement uniforme et connue, et de diamètre très grand par rapport à l'épaisseur, noirci antérieurement et poli sur la face opposée; il est exposé normalement à la radiation solaire, dans une enceinte à température constante à l'abri des mouvements de l'air. La température est mesurée au moyen d'un fil fin de constantan, placé dans l'axe et à l'arrière du disque, et d'une soudure thermoelectrique. — M. James Dewar est parvenu à liquéfier l'hydrogène au moyen d'un appareil nouveau, refroidi par l'air liquide. Le rendement est très faible. Le liquide est clair, incolore, très dispersif et très réfringent; il ne possède pas de spectre d'absorption. Il solidifie immédiatement l'air ambiant qui forme un précipité blanc. Si l'on introduit un tube rempli d'hélium dans l'hydrogène liquide, l'hélium se liquéfie à son tour. Tous les gaz connus sont donc aujourd'hui liquéfiés. — M. P. Villard indique un dispositif ayant pour but de faire entrer ou sortir des gaz d'un tube de Crookes, de façon à maintenir leur résistance intérieure constante. Un tube de platine est soudé à l'ampoule; l'extrémité ouverte se trouve à l'intérieur de l'ampoule, l'extrémité fermée à l'extérieur. Si on chauffe cette dernière avec une flamme, l'hydrogène de la flamme pénètre par osmose à travers le platine rouge. Pour faire sortir du gaz du tube, on chauffe cette même extrémité, mais en ayant soin de l'entourer d'un manchon concentrique en platine pour éviter le contact direct de la flamme. — M. P. Villard a constaté que, après avoir interposé un corps opaque entre un tube de Crookes et un écran fluorescent, la région obscure devient plus lumineuse que le reste si on enlève le corps opaque; l'impression produite se voit même à la lumière ordinaire, mais disparaît après une exposition prolongée. — M. D. Berthelot calcule le poids moléculaire des gaz facilement liquéfiables au moyen de données physiques, la densité et la compressibilité; le calcul est plus long que pour les gaz dits autrefois permanents, mais il conduit à des résultats tout aussi exacts. Les valeurs des constantes physiques sont empruntées aux

travaux de M. Leduc. — M. Armand Gautier a étudié les conditions de l'absorption de l'acide carbonique et de l'eau dilués dans de grands volumes d'air ou de gaz inertes. L'acide carbonique n'est pas complètement arrêté par un barboteur à potasse caustique, suivi de tubes remplis de perles de verre baignées de potasse; mais il est absorbé complètement par des cristaux d'hydrate de baryte humecté. L'eau est presque complètement absorbée par une série de tubes à acide sulfurique; toutefois, c'est l'anhydride phosphorique qui enlève les dernières traces. L'air entraîne une partie insignifiante de l'acide sulfurique, mais ce dernier à l'inconvénient de dissoudre une partie des gaz de l'air. — M. Ad. Carnot présente le premier volume de son *Traité d'analyse des substances minérales*; il est consacré à l'étude des méthodes générales, qualitatives et quantitatives. — M. P. Lebeau a obtenu, par l'action de l'acide fluorhydrique sur l'hydrate de glucine, un corps qui, desséché au rouge, possède la formule d'un oxyfluorure $5\text{HF} \cdot 2\text{G.O}$. En chauffant ce corps dans un courant d'acide fluorhydrique, on obtient le fluorure GF_3 , corps blanc, déliquescents, soluble dans l'eau, décomposable par l'acide sulfurique et les métaux alcalins. — M. J.-A. Muller a préparé le carbonylferrocyanure de potassium en chauffant une solution de prussiate ordinaire dans une atmosphère d'oxyde de carbone; la réaction est la suivante :



Le corps obtenu donne un dérivé cuivrique de formule $\text{Fe}(\text{CAz} \cdot \text{Cu} \cdot \text{O})$. — M. Ph. Barbier a obtenu, par l'action de la potasse alcoolique sur le lémonal à 150° en autoclave, le diméthylheptène



En contact à froid avec l'acide sulfurique, il donne un glycol biternaire, qui se déshydrate à son tour pour fournir l'oxyde de diméthylheptène. — M. Ch. Moureu a étudié l'éthane-pyrocatechine; elle se comporte, à la stabilité près, comme un éther dialcoyle ordinaire d'orthophénol, et l'influence sur le noyau aromatique de la fonction éther-éthylénique, qui forme à elle seule le noyau oxygéné, est analogue à celle de deux fonctions éther-oxyde à chaîne ouverte. Le dérivé nitré est un dérivé (4).

3° SCIENCES NATURELLES. — M. S. Arloing décrit ses expériences d'agglutination du bacille de la tuberculose vraie. Le sérum du sang d'animaux sains n'agglutine généralement pas; mais si les animaux ont reçu des injections de tuberculine ou de bacille de Koch, leur sérum agglutine fortement. Le sérum de personnes atteintes de tuberculose pulmonaire agglutine 94 fois sur 100; le sérum de personnes saines agglutine seulement 22 fois sur 100. — M. Ostwald a étudié la déformation des points situés latéralement à l'axe visuel dans les verres périscopiques, ayant la forme d'un double ménisque. Pour les verres concaves, il existe deux ménisques présentant l'anastigmatisme, et, par conséquent, une déformation des objets situés latéralement à l'infini, nulle. L'emploi de ces verres permet aux personnes de voir les objets latéraux en tournant le globe oculaire et sans tourner la tête. Les verres périscopiques convexes n'ont aucun avantage. — M. J. Renaut montre que les cellules de la névrogie sont toutes sans exception des cellules épithéliales, puisqu'elles sont reliées à la vitre du névraxe par un ou plusieurs pieds d'insertion, différenciés en fibres névrogiques entre la cellule qui les émet et le plateau basal qui les termine. Il suit de là que les fibres névrogiques ne sont pas des formations indépendantes des cellules névrogiques. Elles ne semblent telles, probablement, sur les préparations faites par la méthode de Weigert, que parce que celle-ci vise électivement la différenciation histochimique qu'elles ont subie et à laquelle le corps cellulaire

n'a pas participé. — M. Léon Vaillant a reconnu que le poisson trouvé par M. Chaves dans l'estomac d'un cachalot de l'Atlantique était une anguille commune. Cette détermination confirme le fait que l'anguille descend à la mer et montre qu'en certains cas elle s'y avance assez loin pour devenir la proie de grands cétacés qui ne vivent qu'au large. — M. H. Coutière a comparé le développement de larves d'*Alpheus minus* Say provenant des unes de la mer des Antilles, les autres du golfe de Californie; les secondes sont beaucoup moins avancées que les premières, mais sont rigoureusement identiques, malgré la diversité d'habitats. — M. Henri Devaux a constaté que : 1° l'assise génératrice des lenticelles n'est pas ordinairement une assise permanente; elle cesse de fonctionner en se transformant, tandis qu'il s'en établit une nouvelle plus profonde dans le phelloderme, assez souvent aussi dans l'écorce primaire; 2° les cellules arrondies ou allongées qui remplissent fréquemment les lenticelles, et que l'on regarde généralement comme un liège non subérifié, représentent en réalité du phelloderme modifié, inclus au milieu de péridermes successifs; 3° le seul vrai liège des lenticelles, à développement centripète, est représenté par les couches appelées raies intermédiaires ou couches de fermeture, c'est-à-dire par des cellules subérifiées beaucoup plus intimement unies que les cellules comblantes et ayant les caractères essentiels du véritable liège. — M. C. Sauvageau a constaté que les thalles du *Cutleria multipida* et du *Cutleria dispersa* se développent de la même manière, qui est celle observée par Thuret; celui du *Zonardina*, qui a la même structure, a nécessairement la même origine; l'affinité entre les *Cutleria* et les *Ectocarpus* est donc confirmée. Les germinations observées par M. Falkenberg, au laboratoire, se retrouvent dans la nature et se rencontrent avec les premières sur un même substratum. — M. L. Mangin a observé le développement du *Septoria graminum* Desm., parasite qui se développe sur les feuilles de blé sous l'influence des pluies prolongées de l'hiver et du printemps, et qui cause des dégâts considérables. — MM. F. Bordas, Joulin et de Raczkowski ont isolé le microorganisme qui se trouve associé au *Bacillus roseus* vini dans le vin tourné. Il forme des colonies opalescentes sur milieu peptoné et se présente sous forme de filaments mobiles. Il agit faiblement sur le glucose et la glycérine en donnant de l'acide succinique.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Mai 1898.

M. le Président annonce le décès de M. Dragendorff, correspondant étranger. — L'Académie procède à l'élection de deux associés nationaux. MM. Grasset (de Montpellier) et Pitres (de Bordeaux) sont élus. — M. Laveran présente un rapport sur un mémoire de M. H. Barré relatif à l'alimentation du soldat en campagne. Le rapporteur montre que les critiques faites par M. Barré aux conserves de viande sont fort exagérées; l'auteur les remplace par un biscuit obtenu en ajoutant, à de la pâte ordinaire, de la graisse, du gluten et du sirop de sucre. Ce biscuit constitue un aliment complet, très nutritible sous un faible poids. Mais les soldats s'en dégoûteraient vite s'il était uniquement employé. — M. Grancher lit un rapport sur la prophylaxie de la tuberculose dont voici les conclusions : 1° L'Académie confirme le sens de ses conseils et de son vote de 1890 qui visent trois mesures de prophylaxie : a) Recueillir les crachats dans un crachoir de poche ou d'appartement, contenant un peu de solution phéniquée à 5 % et colorée, ou au moins un peu d'eau. b) Éviter les poussières en remplaçant le balayage par le lavage au linge humide. c) Faire bouillir le lait, quelle que soit sa provenance, avant de le boire. 2° En ce qui concerne la famille, l'Académie recommande aux médecins l'application soutenue de ces mesures de défense dès que la tuberculose est ouverte;

elle leur recommande aussi de maintenir, si possible, la tuberculose pulmonaire à l'état *fermé*, par un diagnostic précoce et un traitement approprié. 3^e Pour l'armée, l'Académie demande la *réforme temporaire* qui convient aux tuberculeux du premier degré avant l'expectoration bacillaire, et la *réforme définitive* dès que les crachats contiennent le bacille de Koch. Et elle fait appel à l'entente cordiale du commandant et du service de santé pour l'application, dans toutes les casernes, des trois mesures énoncées plus haut. 4^e L'école, l'atelier, le magasin, etc., relevant de l'instituteur, du patron, du chef d'industrie, etc., l'Académie ne peut que leur rappeler l'importance de cette question d'hygiène et la simplicité, la facilité des moyens qui suffisent à la réaliser, c'est-à-dire à combattre efficacement l'extension de la tuberculose qui menace toutes les familles. 5^e L'Académie approuve les conclusions de la Commission hospitalière en ce qui concerne les malades et l'hygiène de nos hôpitaux, à savoir : a) Isolement des tuberculeux dans des pavillons ou salles séparées, en attendant la création de nouveaux sanatoria. b) Antisepsie des salles des tuberculeux et des salles communes, notamment par la réfection des planchers et la suppression du balayage. c) Ancloration du corps des infirmiers par une paye plus haute, un meilleur recrutement et une retraite. d) Création d'un corps d'infirmiers sanitaires. 6^e L'Académie approuve aussi les restrictions de la loi en projet et des arrêtés nouveaux concernant la chair musculaire des animaux tuberculeux. La saisie totale et la destruction doivent être réservées à des cas assez rares de tuberculose généralisée et d'ectéhicité. Elle recommande aux cultivateurs l'emploi diagnostique de la tuberculine, et l'élimination, par la boucherie, de leurs animaux légèrement tuberculeux et, partant, inoffensifs.

Séance du 10 Mai 1898.

M. C. Gariel présente, au nom de MM. Rémond et Noël, une sonde endoscopique, instrument destiné à produire des rayons X dans les cavités naturelles du corps de l'homme et des animaux vivants. — M. Cadet de Gassicourt présente un rapport sur un mémoire de M. Rousseau de Saint-Philippe relatif au traitement des enfants lymphatiques et scrofuleux. L'auteur a le mérite de rajouter et de préciser la conception ancienne de la scrofule; le nouveau médicament qu'il propose, l'iode d'arsenic, lui a donné de très bons résultats. — M. Paul Reclus analyse un mémoire de M. Moty sur l'évolution vicieuse de la dent de sagesse. L'auteur l'attribue à l'inflammation d'une masse épithéliale incluse dans l'alvéole. L'existence de cette masse constitue une découverte, mais la théorie classique du « manque d'espace » explique mieux les faits connus. — M. Liétard, à la suite d'une étude sur la taille des conscrits dans les Vosges, a été amené aux conclusions suivantes : 1^o Les influences déprimantes, résultant tant de l'action des milieux que des causes hygiéniques, et qui ont pour conséquence d'appauvrir et d'altérer la constitution, exercent aussi sur la taille une influence qui peut être poussée très loin, puisqu'elles sont capables de provoquer des abaissements de la taille moyenne allant jusqu'à 7 ou 8 centimètres. 2^o Mais ces influences n'ont pas pour conséquence de créer un type nouveau, à côté de l'ancien, en dégagant, pour le ranger dans une série spéciale, la partie de la population sur laquelle elles agissent. 3^o Par conséquent, lorsque, dans une circonscription territoriale quelconque, on constate une répartition des différentes tailles se traduisant par une courbe à deux sommets, il en faut conclure à la présence, dans la population, de deux races mélangées, encore incomplètement fusionnées, mais non de deux types d'hommes dont le second ait été, les circonstances aidant, différencié du premier. — M. Ollier montre le résultat éloigné des greffes autoplastiques pour réparer les vastes pertes de substance de la peau. Au lieu de s'atrophier progressivement et de disparaître, elles remplissent, lorsqu'elles

sont taillées suffisamment épaisses, le rôle d'une véritable peau souple, non rétractile et pouvant même augmenter en surface par les tractions exercées par les tissus voisins. — M. Mendelssohn lit un mémoire sur la valeur diagnostique des réflexes dans la lésion de la partie cervicale de la moelle épinière. — M. Cagny donne lecture d'un travail sur la production du bon lait. — M. le Dr Cautru lit un mémoire sur l'action diurétique du massage abdominal dans les affections du cœur. — M. le Dr Doyen donne lecture de mémoires sur l'hémostase en chirurgie et sur le glutol et l'emploi du paraformol pour la désinfection.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 30 Avril 1898.

M. Boucheron admet que l'asthme peut être causé, dans certains cas, par l'infection streptococcique, comme il l'est par la tuberculose. Il a guéri ainsi, par le sérum antistreptococcique, deux asthmatiques avec rhinite à streptococque. — M. A.-M. Bloch a appliqué, à des tuberculeux chroniques, une demi-cuirasse plâtrée sur le côté malade et a obtenu une diminution de la toux et de la fièvre. — M. Ostwalt a observé, chez un vieillard artério-scléreux, une lésion d'une valvule de l'aorte à la suite d'un effort violent. Cette lésion, attestée par une embolie rétinienne, s'est guérie spontanément comme l'a montré la disparition de tous les bruits. — MM. Ch. Richet et P. Langlois ont recherché les causes de la résistance du canard à l'asphyxie et ont été conduits à l'attribuer à l'accoutumance; le canard résiste en effet de plus en plus longtemps à des noyades successives. — M. Quinton, qui considère l'eau de mer comme le liquide physiologique primitif, a pensé que les globules blancs de l'homme et des animaux devaient y vivre. Les leucocytes, placés dans l'eau de mer ramenée à l'isotonie, ont en effet résisté de vingt et une à vingt-huit heures, c'est-à-dire trois fois plus que dans les milieux artificiels les plus favorables. — M. A. Laveran a découvert, dans le sang d'un oiseau intertropical, le calfat, des hématozoaires semblables à ceux des oiseaux de nos pays. — M. Sicard a injecté du sérum antitétanique dans le canal rachidien d'un malade atteint de tétanos. — M. Nicolle envoie une note sur l'agglutination dans les cultures filtrées.

Séance du 7 Mai 1898.

MM. F. Bezançon et M. Labbé ont comparé les effets de l'infection par le microbe et de l'intoxication par la toxine sur les ganglions. Dans le premier cas, il y a affluence de leucocytes, congestion vasculaire, inflammation; dans le second, il y a nécrose des cellules. Si l'animal est immunisé, le ganglion intoxiqué réagit comme un ganglion infecté. — MM. Gilbert et Galbrun ont étudié l'action antiseptique du benzo-naphtol sur l'intestin. L'absorption de ce médicament fait diminuer de moitié le nombre des microbes dans les fèces. — MM. Langlois et Camus ont constaté que l'extract de capsule surrénale se détruit plus rapidement dans le foie que dans le sang; cette destruction paraît due à l'épithélium vasculaire. — M. Féré a étudié l'effet des injections de créatine sur l'embryon de l'œuf de poulet. La solution de créatine est moins toxique que l'eau pure. — M. Hédon a constaté une différence entre le sucre urinaire des diabétiques et le sucre du sang. — MM. Costantin et Ray ont étudié les divers microorganismes du fromage de Brie; les uns facilitent la fermentation, les autres altèrent la pâte.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 Mai 1898.

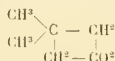
Les appareils décrits et les expériences exécutées dans cette séance avaient déjà figuré à l'Exposition de Pâques (voir la *Revue* du 30 avril 1898, p. 309, 310), et nous n'aurons que quelques détails à ajouter au compte rendu sommaire déjà donné.

Le nouveau transformateur Wydts-Rochefort, présenté par M. O. Rochefort, est une bobine dans laquelle, grâce à un isolant spécial, dont la composition est tenue secrète, il ne se produit pas de décharges intérieures. L'étincelle conserve, quand elle est courte, le même aspect que quand elle est longue; sa durée est extrêmement brève; elle est tenue comme l'étincelle des machines statiques. — M. Sagnac répète l'expérience de M. Cotton sur l'électro-aimant de M. Weiss. Cet appareil pèse 100 kilos et donne, pour une puissance de deux chevaux, un champ très voisin de celui qu'a obtenu M. du Bois, avec un électro-aimant de 270 kilos, absorbant 6 chevaux et demi. Avec des armatures tronconiques dont la petite base a 1 centimètre de diamètre, on a obtenu 30.000 C. G. S. Dans les pièces polaires, l'intensité d'aimantation, qui est la véritable mesure de la qualité de l'instrument, atteint 1.630, qui est la valeur maximum qu'on puisse déduire des résultats de M. du Bois; dans une région de 1 millimètre sur 2 millimètres, on pourrait avoir un champ de 44.000 unités. Les pièces polaires sont seules saturées; dans le reste du circuit, un accroissement de section permet d'avoir un champ plus faible. Les réglages se font au moyen de mouvements à vis indépendants; les flexions sont très faibles. L'expérience de M. Cotton peut se faire avec un champ de 1.000 unités, si la flamme auxiliaire est peu brillante. — M. Wyruboff, revenant sur la théorie que M. Bunte a donnée de l'incandescence des manchons Auer (voir la séance du 1^{er} avril), en conteste la nouveauté et l'intérêt. Le foisonnement de l'oxyde de thorium était connu; M. Bunte n'a pas reconnu l'existence de réductions et d'oxydations partielles qui se produisent en réalité chaque fois que l'on chauffe l'oxyde céroso-cérique. Ces réactions chimiques sont l'origine de la haute température du manchon. On peut prévoir que tout oxyde qui sera susceptible de s'oxyder et de se réduire facilement, donnera un manchon incandescent quand on le joindra au thorium; c'est ce qui se vérifie pour le praséodyme, métal du groupe du cérium, et pour un métal lourd, l'uranium. C. RAYEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 22 Avril 1898.

MM. Bourcet et Berlemont présentent une nouvelle trompe aspirante et soufflante sans soudure. Cet appareil permet d'obtenir un vide excellent et, comme trompe soufflante, de fournir de l'air comprimé à 60 centimètres de mercure. — M. Auger présente un appareil permettant de maintenir, pendant une opération, une pression déterminée dans les vases où elle s'effectue. — MM. Freundler et Marquis ont repris l'étude du carbure non saturé qui se forme dans la décomposition des pyromucates alcalino-terreux. Ils ont pu différencier ce carbure de l'allène par l'action du benzoate d'argent sur le bromure résultant de la fixation du brome sur le carbure. Le bromure d'allène donne un dérivé benzoylé liquide non réducteur; le bromure du carbure isomère donne un dérivé solide, qui, après avoir été chauffé en présence d'eau, donne une solution réduisant la liqueur de Fehling. — M. E. Blaise a réduit par l'amalgame de sodium l'anhydride de l'acide diméthylsuccinique dissymétrique. Dans ces conditions, la réduction porte sur le groupe CO provenant du carboxyle le moins énergétique; on obtient la diméthyl 2.2 butanolide 1.4 :



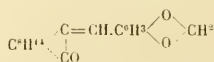
Ce composé, traité par le cyanure de potassium, donne le nitrile acide correspondant à l'acide β diméthylglutariques. — Il a été également déposé les mémoires suivants : Combinaison obtenue avec l'azotate de mercure et le triméthylcarbinol, par M. Denigès. — Action de l'aniline et de la phényl-carbimide sur des acides cétoniques de la série $\text{C}^n\text{H}^{2n-10}\text{O}^2$, par M. T. Klobb. —

Sur quelques expériences intéressant la synthèse de l'estragol et des essences allyliques, par M. Ch. Moureu. E. CHARON.

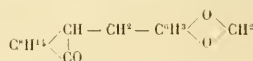
SECTION DE NANCY

Séance du 11 Mai 1898.

M. A. Haller, poursuivant l'action des différents aldéhydes sur le camphre et ses analogues, a préparé le pipéronylidène camphré en traitant le camphre sodé par du pipéronal. Le produit ainsi obtenu :



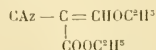
cristallise dans l'alcool et dans l'éther en aiguilles blanches et inodores, fondant à 139°.5 et possédant le pouvoir rotatoire ($\alpha_D = +410^{\circ}.58$ dans le toluène. Réduit en solution alcoolique au moyen de l'amalgame de sodium, ce composé fournit du pipéronylcamphre :



fondant à 70°, et dont le pouvoir rotatoire ($\alpha_D = +139^{\circ}.84$). Dans la réaction du pipéronal sur le camphre sodé, on obtient, comme produit secondaire, un corps moins soluble dans l'alcool que le pipéronylidène camphré et fondant à 97°. Il cristallise en aiguilles ramifiées, possède la même composition que le pipéronal, mais en diffère par son odeur qui est nulle, et par son poids moléculaire qui, après une série de déterminations cryoscopiques au sein du benzène, paraît être double de celui de l'aldéhyde primitive. Ce composé ne saurait être de la pipéronylone, qui prend naissance quand on traite une solution alcoolique de pipéronal par du cyanure de potassium, car cet isomère de notre composé fond à 118-120°. — M. Henri Collin, en condensant, au moyen du chlorure d'aluminium, du dichlorure d'orthoxylyle :

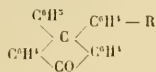


fondant à 54-55° (Colson, *Ann. Ch. Phys.* [6], t. VI, p. 108; Colson et A. Gautier, *Ibid.* [6], t. II, p. 22) avec du benzène, a obtenu principalement du diphenylméthane fondant à 23-26° et distillant vers 270°. Ce carbure a, en outre, été caractérisé par son analyse, sa cryoscopie et par son produit d'oxydation, la benzophénone, fondant à 48-49°. — M. Grégoire de Bollemont a étudié l'action de l'éther orthoformique sur le cyanacétate d'amyle, en appliquant la réaction de Claisen sur les dérivés oxyéthyléniques (*Lieb. Ann. Ch.*, t. CCXCVII). Il fait bouillir un mélange de cyanacétate d'amyle, d'éther orthoformique et d'anhydride acétique, classe les produits secondaires formés et obtient, par rectification à 211°, sous une pression de 35 millimètres, une huile que les analyses permettent de considérer comme étant l'éthoxyméthylène-cyanacétate d'amyle :



Cette huile, traitée par la quantité théorique d'hydrate de baryte, donne le sel de baryum correspondant, identique à celui décrit dans une précédente communication (*Bull. Soc. Chim.*, 1898, t. XIX, p. 211). L'auteur a appliqué la même réaction au cyanacétate d'éthyle et obtient, par rectification vers 190°, sous une pression de 30 millimètres, un liquide incolore qui se prend aussitôt en une masse cristalline. Purifiée par cristallisation dans l'alcool, cette masse fournit de belles aiguilles blanches, fondant vers 52°, très solubles dans l'alcool et l'éther et constituant l'éthoxyméthylène-cya-

nacétate d'éthyle. Son sel de baryum s'obtient de la même manière que le sel de baryum du dérivé amylique correspondant, et jouit de propriétés analogues. — M. Tétray a condensé le chlorure de phényloxanthranol, obtenu à l'état pur par MM. Haller et Guyot, respectivement avec le phénétol, l'anisol, la diméthylaniline et la diéthylaniline, en présence de chlorure d'aluminium. Il a obtenu ainsi l'éthoxydiphénylanthrone, la méthoxydiphénylanthrone, la diméthylamidodiphénylanthrone et la diéthylamidodiphénylanthrone, de formule générale :



R étant OC^{H^3} , OCH^3 , $\text{Az}(\text{CH}^3)^3$, $\text{Az}(\text{C}^{\text{H}^3})^3$. — M. G. Favrel obtient, en additionnant à la solution aqueuse de chlorure de tétrazodiphényle, du cyanacétate d'éthyle sodé, puis de la soude en excès, et neutralisant par les acides, un précipité qui, desséché, est insoluble dans les dissolvants usuels. Sa solution dans l'aniline bouillante donne par refroidissement des cristaux fondant à 204-206°, et qui possèdent la composition de la diphénylhydrazone cyanacétate d'éthyle. La diphénylhydrazone cyanacétate de méthyle constitue des cristaux microscopiques jaunes, qui fondent en se décomposant vers 270°. L'orthoditolyldiazone cyanacétate d'éthyle, obtenue d'une façon analogue, est soluble dans le chloroforme, d'où elle cristallise en lamelles microscopiques qui, chauffées lentement, fondent à 224-226°. Chauffé brusquement à 180°, ce corps fond, se solidifie de nouveau, puis fond à 224-226°. Soumis pendant longtemps à l'action de l'alcool bouillant, le corps primitif donne le produit fondant à 224-226°, de même que si on effectue la cristallisation dans l'aniline bouillante. L'orthoditolyldiazone cyanacétate de méthyle forme de petits cristaux bruns fondant avec décomposition à 270°. Tous ces éthers donnent des dérivés disodés, qui s'obtiennent anhydres en les agitant avec de l'alcoolate de sodium. Ils se dissolvent aussi dans les solutions aqueuses alcalines. L'acétylacétone donne dans les mêmes conditions : la diphénylhydrazone acétylacétone, que l'aniline bouillante laisse déposer en cristaux brunâtres fondant avec décomposition à 258-260°, et la ditolyldiazone acétylacétone, qui cristallise dans l'aniline, en cristaux rouges qui fondent à 250-252° en se décomposant ; ces deux derniers composés ne se dissolvent pas dans la soude comme les précédents. A. HALLER.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° SCIENCES PHYSIQUES

Jagadis Chunder Bose : Influence de l'épaisseur de la lame d'air sur la réflexion totale des radiations électriques. — L'auteur rappelle d'abord le principe de ses précédentes expériences. Deux demi-cylindres de la substance à étudier sont séparés par une lame d'air ; une radiation électrique envoyée sur le premier demi-cylindre traverse la lame d'air et le second cylindre, ou se réfléchit totalement à la surface de la lame d'air. Dans les expériences suivantes, l'auteur a cherché à déterminer l'épaisseur minimum de la lame d'air qui produit encore la réflexion totale ; celle-ci est fonction de l'angle d'incidence et de la longueur d'onde de la radiation.

I. Influence de l'angle d'incidence. — L'appareil employé est semblable au précédent. Les deux demi-cylindres sont en verre et placés au centre d'un cercle gradué, au foyer du premier se trouve le radiateur, à l'opposé le récepteur. L'épaisseur primitive de la lame d'air est de 2 centimètres ; elle est suffisante pour produire la réflexion totale. Si l'on commence l'expérience avec un angle d'incidence de 30° légèrement plus grand que l'angle critique, le récepteur n'est pas affecté ; si l'on rapproche alors les deux demi-cylindres, à un cer-

tain moment la réflexion totale n'a plus lieu, la radiation commence à traverser le second demi-cylindre, et est perçue au récepteur ; on a alors atteint l'épaisseur minimum pour la réflexion totale avec l'angle d'incidence de 30°. On augmente ensuite progressivement l'angle d'incidence et on observe les épaisseurs minima correspondant à chaque angle. Voici les résultats obtenus :

ANGLE D'INCIDENCE	ÉPAISSEUR MINIMUM DE L'AIR pour la réflexion totale
30°	Entre 14 et 13 mm
45°	10,3 et 9,9 mm
60°	7,6 et 7,2 mm

On voit donc que l'épaisseur minimum pour la réflexion totale diminue quand l'angle d'incidence augmente.

II. Influence de la longueur d'onde de la radiation. — Pour cette étude, l'auteur a dû modifier légèrement son appareil. Si l'on coupe un cube de verre par un plan diagonal, on obtient deux prismes qu'on peut séparer par une légère couche d'air (fig. 1). L'irradiation entrant

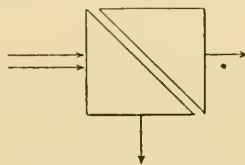


Fig. 1.

perpendiculairement à un côté sera ou réfléchi totalement, ou en partie réfléchi par la couche d'air, et en partie transmise pour ressortir par le côté opposé. Deux récepteurs, placés à 90° et à l'opposé du radiateur, mesureront ces deux parties de la radiation. L'appareil peut être disposé comme le montre la figure 2. Pour

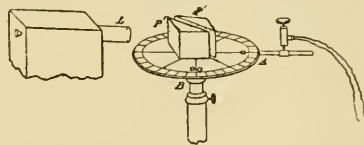


Fig. 2. — Appareil pour l'étude de la réflexion totale des radiations électriques. — L, radiateur ; PP' prismes de verre ; A et B, positions du récepteur.

obtenir différentes longueurs d'onde, l'auteur s'est servi de trois radiateurs R_1 , R_2 , R_3 ; les longueurs d'onde n'ont pu être mesurées ; on savait simplement que R_1 donnait les ondes les plus longues et R_3 les plus courtes. Voici les résultats obtenus pour un angle d'incidence fixe de 45° :

RADIATEUR	DISTANCE entre les surfaces de la décharge	ÉPAISSEUR MINIMUM
R_1	—	Entre 10,3 et 9,9 mm
R_2	10,1 mm	— 7,6 et 7,2 mm
R_3	7,6	— 5,9 et 5,4 mm

L'épaisseur minimum nécessaire à la réflexion totale croît donc avec la longueur d'onde ; elle semble être proportionnelle à la distance des deux surfaces entre lesquelles se produit la décharge oscillatoire.

III. Relation entre la partie transmise et la partie réfléchie de la radiation quand l'épaisseur de la couche d'air varie. — Lorsqu'on dépasse l'épaisseur minimum de la couche d'air pour la réflexion totale, on observe que le faisceau réfléchi ne disparaît pas complètement pour se

transformer en faisceau transmis; il diminue, au contraire, progressivement jusqu'à 0, tandis que le faisceau transmis augmente peu à peu. L'appareil représenté par la figure 2 permet de mesurer facilement l'intensité de ces deux parties. Toutefois, ces recherches présentent de grandes difficultés; l'intensité de la radiation émise et la sensibilité des récepteurs sont, en effet, sujettes à de grandes variations; l'auteur n'est parvenu qu'avec peine à les maintenir à peu près constantes. La diminution de résistance produite dans le récepteur est mesurée de la façon suivante: l'un galvanomètre différentiel G (fig. 3) à forte résistance possède deux paires de

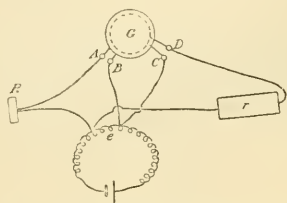


Fig. 3. — Mesure de la variation de résistance du récepteur. — G, galvanomètre différentiel; R, récepteur; r, boîte de résistances.

bornes, dont l'une AB est reliée au récepteur R, et l'autre CD à une boîte de résistances r. Le même courant agit sur les deux circuits; l'aiguille du galvanomètre est maintenue au zéro par un arrangement convenable des résistances de la boîte r. Quand une radiation tombe sur R, sa résistance diminue et le galvanomètre est dévié; on n'a plus alors qu'à balancer cette déviation par la boîte r. Voici le résumé des observations faites avec le radiateur R :

ÉPAISSEUR de la couche d'air en millimètres	DÉVIATION du galvanomètre produite par la partie réfléchie	DÉVIATION du galvanomètre produite par la partie transmise
0,45	0 ou très faible	complète
0,90	faible	"
1,8	80	160
3,6	145	150
4,5	150	120
5,4	160	100
7,2	complète	30
8,1	"	0

Voici, d'autre part, les épaisseurs d'air qui produisent, pour la partie réfléchie et pour la partie transmise, la même déviation galvanométrique :

ÉPAISSEUR D'AIR pour la partie réfléchie	ÉPAISSEUR D'AIR pour la partie transmise	DÉVIATION galvanométrique
1,8 mm	7,2 mm	66
2,7	6,3	70
3,6	5,4	90
4,5	4,5	120

2° SCIENCES NATURELLES.

A. Ransome, F.R.S. : Sur certains milieux pour la culture du bacille de la tuberculose. — L'auteur rappelle les conclusions de ses précédentes expériences : 1° La matière tuberculeuse finement divisée, telle qu'une culture pure de bacilles ou la matière dérivée des crachats est rapidement dépourvue de virulence dans un courant d'air libre à la lumière du jour; 2° même dans l'obscurité, l'air frais conserve une influence désinfectante, quoique son action soit retardée; 3° en l'absence d'air ou dans l'air confiné, le bacille conserve sa virulence pendant très longtemps.

Ces observations ont expliqué l'immunité de certains

lieux et le danger d'infection de certains autres. Elles ont montré que là où les crachats tuberculeux sont exposés suffisamment à l'air et à la lumière pour que leur virulence soit diminuée avant qu'ils soient desséchés et réduits en poussière, aucun danger d'infection n'est à craindre. Il semble même que le bacille tuberculeux ne conserve sa virulence et son existence que lorsque l'air est chargé de matières organiques et d'exhalaisons impures.

Il était intéressant de déterminer le rôle joué à cet égard par les diverses impuretés organiques qui se trouvent dans les habitations malsaines. L'auteur a donc recueilli les vapeurs aqueuses qui se dégagent du sol et des corps humains, les a condensées, puis s'en est servi comme de milieu de culture pour le bacille de la tuberculose. Celui-ci s'est développé très rapidement sur agar, mélange de glycérine et des liquides organiques recueillis; en remplaçant l'agar par du papier-filtre comme support, on a également obtenu des cultures dans la plupart des cas. Mais, comme la glycérine favorise beaucoup le développement des cultures, ces expériences pouvaient ne pas sembler concluantes.

M. Ransome a alors pris quatre tubes contenant simplement du papier-filtre comme milieu de support pour les bacilles; il y ajouta, comme unique substance nutritive, de la respiration condensée d'une personne saine et d'une personne phthisique. Deux autres tubes reçurent, comme milieu nutritif, de la respiration condensée d'une personne saine avec 5 % de glycérine. Tous les tubes furent laissés à une température de 21°. Les quatre premiers tubes et un des deux autres étaient en croissance active au bout de quatre semaines. Autrement dit, du papier-filtre pur, mouillé avec des exhalaisons condensées, suffit à nourrir et à faire développer des bacilles tuberculeux et cela à la température ordinaire. Il n'est donc pas douteux que le même fait se passe dans les chambres d'habitation où ces exhalaisons séjournent.

Deux séries de tubes furent ensuite nourries avec de la respiration et de l'air (pris au-dessus d'un sol ordinaire) condensés; on n'y ajouta pas de glycérine; le milieu solide était constitué soit par du papier-filtre, soit par du papier d'emballage un peu encollé, mais soigneusement stérilisé. Une partie des tubes fut placée dans un incubateur à 37°, l'autre à l'obscurité à la température du laboratoire. Au bout de quinze jours, les cultures s'étaient développées dans 36 tubes sur 37; onze de ces cultures avaient proliféré à la température ordinaire.

Les recherches de M. Ransome ont une très grande importance au point de vue de la prophylaxie de la tuberculose. Elles montrent que les nombreuses vapeurs chargées de matières organiques, qu'elles proviennent de la respiration d'un homme sain ou d'un malade, d'une cave ou d'un terrain quelconque, forment un excellent milieu de culture pour le bacille de la tuberculose, si celui-ci est préservé de l'influence antiseptique de l'air et de la lumière. Ces cultures réussissent particulièrement bien sur le papier ordinaire dont on tapisse les murs des appartements. Enfin, le bacille peut parfaitement se développer à la température ordinaire des chambres. Il importe donc de chercher à diminuer sa virulence par une aération convenable.

ERRATUM. — Une erreur s'est glissée dans le compte rendu de la Société de Physique de Londres paru dans notre dernier numéro. A la page 392, colonne 2, ligne 19, les mots « de systèmes » ont été omis par le typographe. La phrase doit être rétablie comme suit : « Elle se présente comme une série de systèmes de cercles concentriques, systèmes qui se coupent mutuellement ».

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection d'un savant français à l'Académie des Sciences de Vienne. — L'Académie des Sciences de Vienne vient de s'adjoindre M. Fouqué, membre de l'Académie des Sciences de Paris et professeur au Collège de France.

L'Académie des Sciences de Vienne a voulu, par cette élection, rendre un hommage particulier à la grandeur de l'œuvre pétrographique due à notre illustre compatriote.

§ 2. — Mécanique

La détermination mécanique des courbes terminales des spiraux. — Le « Mémoire sur le spiral réglant des chronomètres et des montres », que Phillips fit paraître, en 1861, dans les *Annales des Mines*, marque une des étapes les plus importantes de la chronométrie.

Pour la première fois, on trouvait exposées des règles générales d'après lesquelles l'isochronisme des oscillations d'un système formé d'un balancier et d'un spiral peut être obtenu, sans tâtonnements, par une construction judicieuse des courbes qui relient ce dernier à un encastrement fixe, le pitoir, et à l'axe qu'il actionne, par l'intermédiaire de la virole du balancier.

Les équations d'où part Phillips sont simples.

Etablissant l'expression du couple qui agit sur le balancier, il montre que le deuxième terme de l'équation se compose de deux parties, l'une qui est proportionnelle à l'angle de déviation, l'autre qui dépend des coordonnées du centre de gravité du spiral, et des forces qui peuvent s'exercer latéralement sur l'axe.

En annulant ce second terme, on réduit l'équation différentielle à sa forme la plus simple, celle dont l'intégrale fait ressortir l'angle comme fonction sinusoidale du temps, et on assure ainsi l'isochronisme des oscillations de toutes les amplitudes.

On pourrait supprimer le terme additionnel par deux procédés indépendants, soit en ramenant en permanence les coordonnées du centre de gravité du spiral sur l'axe choisi comme origine des coordonnées, soit en annulant les forces latérales. Phillips envisage le

problème par son côté pratique, et, remarquant que les forces sont toujours très petites, il annule les coordonnées du centre de gravité afin que le produit soit encore très petit, même si cette condition n'était pas exactement remplie.

Il recherche alors comment le spiral peut s'en approcher le plus possible, et, par un calcul laborieux, il arrive aux résultats très simples que voici :

1° Le centre de gravité de la courbe terminale « doit se trouver sur la perpendiculaire menée par le centre des spires au rayon extrême de cette courbe, là où elle se réunit aux spires ;

2° La distance de ce centre de gravité au centre des spires doit être égale à $\frac{r^2}{7}$, c'est-à-dire à une troisième proportionnelle à la longueur l de la courbe et au rayon r des spires ».

On comprend que ces deux conditions ne suffisent pas pour définir complètement les courbes en question, qui, pour un même point de départ et un même point d'arrivée, sont en nombre infini.

En pratique, on impose encore les conditions, assez vagues, de facilité d'exécution des courbes sur les spiraux de toutes dimensions, sans que l'élasticité du métal subisse une altération importante.

Depuis que les conséquences du mémoire de Phillips ont été comprises des régleurs, la détermination des courbes, dont il avait indiqué lui-même de nombreux types, est devenue l'un des problèmes classiques des écoles d'horlogerie. Tous les élèves qui font des apprentissages complets ont dessiné une ou plusieurs courbes remplissant les conditions indiquées par Phillips.

La méthode est toujours la même ; on prend deux axes rectangulaires passant par le centre du spiral, on dessine de sentiment, entre deux points donnés, une courbe, puis on la sectionne, et on calcule ses moments statiques par rapport aux deux axes de manière à déterminer la position de son centre de gravité. On la retouche alors en une région convenablement choisie pour se rapprocher des conditions théoriques, et on continue ainsi, en déterminant chaque fois sa longueur totale afin de fixer la position nouvelle que doit occuper son centre de gravité après chaque retouche.

Cette opération, assez laborieuse, a été faite pour un certain nombre de courbes, dessinées à grande échelle, et réduites ensuite par la photographie. On en a constitué ainsi des atlas, dans lesquels les horlogers puisent suivant leurs besoins. Mais si l'on possède déjà des courbes répondant suffisamment à la plupart des cas, on désirerait souvent pouvoir les varier, créer rapidement des types nouveaux, correspondant à des modèles de chronomètres bien déterminés. C'est là qu'il m'a semblé qu'une méthode mécanique pourrait rendre quelques services, en abrégant beaucoup les tâtonnements.

Le principe de l'appareil ayant été établi, j'en fis part à mon ami M. J. Pettavel, directeur de l'Ecole d'Horlogerie de Fleurier (Suisse), qui en dessina les détails, l'exécuta lui-même avec une grande habileté, et en assura le parfait fonctionnement.

L'appareil que nous avons ainsi réalisé ensemble se compose d'un disque porté par un pivot, et muni de deux pièces A et B, ainsi que de deux poids CC, se vissant sur deux tiges placées à angle droit, et destinées à mettre le disque en équilibre. Au repos, ce disque est porté par une plate-forme sur laquelle il repose par son pourtour, et dont le centre est percé pour laisser

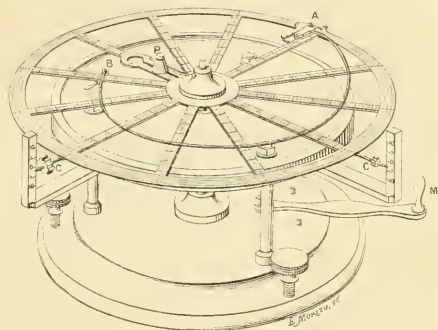


Fig. 1. — Appareil pour la détermination mécanique des courbes des spiraux. — AB, fil flexible maintenu à ses deux extrémités en P, poids égal au poids du fil; CC, poids destinés à maintenir l'équilibre; M, manette de commande du disque.

passer une tige verticale terminée par une cuvette polie en acier trempé. Cette tige s'appuie sur un segment incliné que gouverne la manette M, et peut monter ou descendre, de manière à porter le disque sur sa pointe, ou l'abandonner sur la plate-forme.

Voici maintenant comment on peut, à l'aide de cet appareil, réaliser une courbe de Phillips.

Un fil de métal flexible, par exemple un fil fusible de 1 à 2 mm. de diamètre, est d'abord mesuré, puis pesé, enfin pincé par ses extrémités en A et B. Dans le diamètre perpendiculaire à celui qui passe par le point A, on place un poids P, égal au poids de la courbe, à une distance du centre égale à $\frac{p}{l}$, ou, plus généralement, un poids quelconque, à une distance telle que son moment statique par rapport au pivot soit égal à celui que la courbe doit finalement posséder. On soulève le disque sur son pivot, on constate la direction et la grandeur approximative du défaut d'équilibre, on retouche la courbe avec des pinces, et on continue ainsi jusqu'à ce que l'équilibre soit obtenu.

Avec notre appareil, dont le disque a un diamètre de 20 centimètres, on établit l'équilibre par des retouches successives généralement en moins de cinq minutes. Une courbe ayant été obtenue, il suffit d'en faire un

calque que l'on réduit ensuite comme pour les courbes trouvées par le dessin.

Le procédé mécanique, outre sa beaucoup plus grande rapidité, semble présenter, sur la méthode graphique, un autre avantage, tenant à ce que la détermination d'un type de courbe se fait d'une façon exactement semblable à celle qui sera plus tard employée pour réaliser pratiquement les courbes sur les spiraux eux-mêmes. Les conditions d'exécution se manifestent donc dès la création de la courbe, ce qui permet de choisir d'emblée les types qui seront pratiquement utiles.

L'extension de plus en plus grande que prend l'emploi du spiral comme ressort antagoniste dans les instruments de mesure donne à l'étude de son fonctionnement un surcroît d'intérêt, et ces usages nouveaux peuvent rendre désirable la création de courbes non encore établies pour laquelle j'ose espérer que notre appareil rendra quelques services.

Ch.-Ed. Guillaume.

Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

§ 3. — Physique

Des causes de trouble apportées aux images radiographiques par l'emploi des écrans renforceurs. — Divers auteurs ont proposé, en Radiographie, l'emploi d'écrans fluorescents ou phosphorescents appliqués sur la plaque photographique : ces écrans, dits *renforceurs*, auraient pour effet, pour une exposition donnée, d'augmenter l'intensité du négatif ou, inversement, pour une valeur déterminée de celui-ci, de permettre une notable réduction de la pose. Comme substances jouissant de ces propriétés, on a indiqué le platino-cyanure de baryum, celui de potassium, le tungstate de chaux, le sulfure de calcium, le sulfure de zinc de Ch. Henry, etc. Si les auteurs ne sont pas d'accord sur la valeur comparative de ces divers produits au point de vue de l'action renforçatrice, tous reconnaissent que l'image est altérée par le grain des cristaux des sels constituant l'écran.

Nous avons entrepris d'étudier, d'une manière systématique, l'effet renforçateur de divers écrans et de rechercher si l'indécision des images obtenues est bien due au grain de la couche ou à d'autres causes non encore indiquées. Les résultats que nous avons obtenus sont de nature à éclairer quelque peu la question.

Nous avons fait porter nos recherches sur cinq sortes d'écrans qui sont les suivants :

- Nos 1. — Ecran de la maison Kablbaum.
2. — — au sulfure de zinc de Ch. Henry.
3. — — souple au sulfure violet de Becquerel.
4. — — au platino-cyanure de baryum à grain très fin.
5. — — au platino cyanure de baryum à très gros grain.

Ces divers écrans, découpés en forme de rectangles, ont été accolés les uns aux autres de manière à recouvrir la plaque, une partie de celle-ci étant laissée libre pour noter l'impression obtenue sans écran. De cette manière, il était possible, par une exposition unique, de noter l'effet produit sur la couche photographique libre et recouverte des cinq écrans.

Notons, tout d'abord, les variétés d'illumination de ces divers écrans sous l'influence de l'ampoule : n° 1, bien clair; n° 2, gris à peine visible; n° 3, violet foncé; n° 4, vert jaune très clair; n° 5, vert jaune très clair.

Après une exposition même très courte, le n° 2 reste seul phosphorescent, les autres s'éteignent; nous avons donc affaire à un écran phosphorescent et à quatre écrans fluorescents.

Après chaque expérience, et pour ne pas introduire de causes d'erreur, nous avons attendu que la phosphorescence du n° 2 fût éteinte, ou nous l'avons éteinte au moyen d'une exposition de quelques instants à la lumière rouge. Nous signalons en passant ce procédé

comme très pratique pour éteindre les écrans phosphorescents, tels que ceux de M. Ch. Henry.

Nous avons alors exposé une plaque photographique sous nos divers écrans, à 40 centimètres d'un tube bi-anodique actionné par une bobine de 20 centimètres d'étincelles (interrupteur rotatif à grande vitesse A. Londe). La durée d'exposition a été, dans chaque expérience, de 30 secondes.

Expérience I. — Une main est posée sur le châssis contenant la plaque et les écrans. Le négatif montre : 1° que l'action des divers écrans est absolument différente. Le maximum d'action renforçatrice est obtenu sous l'écran n° 1, puis sous le n° 3, c'est-à-dire sous les écrans à fluorescence violette; l'écran phosphorescent et les écrans au platino-cyanure de baryum n'ont produit aucun effet renforçateur spécial; l'intensité est plu-

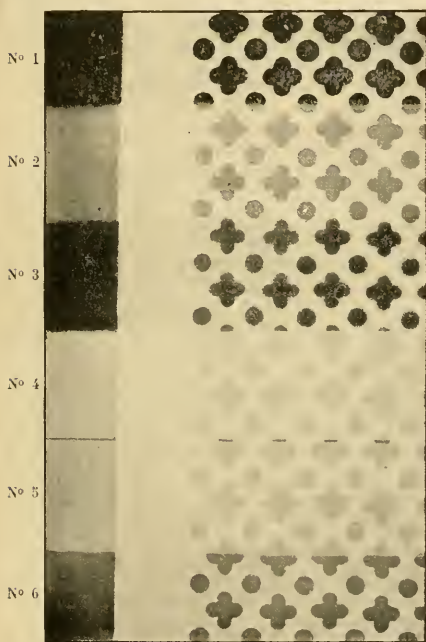


Fig. 1. — Radiographie d'une grille faite avec l'aide de divers écrans fluorescents. — N° 1. Ecran de la maison Kahlbaum. — N° 2. Ecran au sulfure de zinc de Ch. Henry. — N° 3. Ecran souple au sulfure violet de Becquerel. — N° 4. Ecran au platino-cyanure de baryum à grain très fin. — N° 5. Ecran au platino-cyanure de baryum à très gros grain. — N° 6. Sans écran.

ment inférieure à celle obtenue sur la plaque à nu. Ces résultats confirment l'action nettement renforçatrice de certains écrans, mais infirment l'action annoncée du sulfure de zinc et du platino-cyanure de baryum.

2° Si nous examinons l'image au point de vue de la netteté, c'est celle qui est obtenue sans écran qui est la plus parfaite. Celles données sous les écrans 2, 4 et 5 ne présentent pas de différence très appréciable au point de vue de la définition, sauf en ce qui concerne le grain qui, visible dans le n° 2, est plus marqué dans le 4 et encore plus dans le 5. Au contraire, les bandes 1 et 3 ne présentent pas de grain, mais un trouble considérable de l'image qui est empâtée et n'a plus aucune finesse.

Pour mieux nous rendre compte de ces différences de netteté nous avons exécuté une deuxième expérience avec un modèle de forme géométrique.

Expérience II. — Une grille métallique, percée d'ouvertures régulières, est radiographiée dans les mêmes conditions d'expérience (fig. 1). Les résultats sont bien plus frappants. On constate alors que le flou de l'image, dans les parties qui ont reçu l'action renforçatrice la plus énergique, est dû non pas au grain de la couche, mais à une sorte de halo qui se produit autour de toutes les parties admettant librement les radiations. Comme conséquence, les images des ouvertures de la grille sont augmentées d'une façon très sensible, et les intervalles qui les séparent sont notablement diminués. Le caractère de l'image est donc profondément changé et le trouble provient non pas du grain, mais bien du phénomène que nous venons de signaler.

Nous avons cherché s'il s'agissait du halo classique, lequel est produit par la réflexion des rayons sur la face postérieure du verre : il n'en est rien, car l'effet se produit sur papier, sur pellicules, sur plaques enduites d'une couche *anti-halo*. Il s'agit d'un halo par diffusion de la lumière à la limite des plages bien éclairées et des plages préservées. Cette variété de halo augmente d'ailleurs avec la durée d'exposition.

Cet effet est d'ailleurs uniquement dû à l'action des radiations fluorescentes : il suffit, en effet, d'intercaler sur une partie de la plaque une feuille de papier noir entre celle-ci et les écrans : on réalise ainsi une véritable séparation des rayons X et des rayons dus à la fluorescence ; partout où se trouve la feuille de papier noir, toute action renforçatrice est supprimée et la dimension des ouvertures redevient normale. Dans ces parties, l'augmentation du temps de pose ne produit plus le halo par diffusion, comme précédemment.

En résumé, nous tirerons de ce travail les conclusions suivantes :

1° Certains écrans, et en particulier les écrans au sulfure (de Becquerel ou marque Kahlbaum), ont une action renforçatrice indiscutable ;

2° Le trouble apporté ne permet pas leur emploi pour l'obtention d'images fines et détaillées. Par contre, pour l'indication d'une fracture, la recherche d'un projectile, ces écrans permettent d'avoir un résultat très suffisant pour les besoins de la clinique en un temps très court, étant donné surtout que le trouble de l'image est d'autant moins accentué que la durée d'exposition est plus courte.

Dans ces cas particuliers, nous employons régulièrement ces écrans et nous pouvons trouver un projectile dans le crâne, avec une pose qui varie de 1 à 2 minutes.

Albert Londe,

Chef du Service photographique de la Salpêtrière.

§ 4. — Chimie

Le Krypton, nouvel élément constituant de l'Air atmosphérique.

— Notre illustre collaborateur le Professeur William Ramsay, après s'être rendu universellement célèbre par la découverte de l'argon, faite avec lord Rayleigh, vient d'ajouter à sa gloire scientifique par une autre découverte, non moins éclatante et inattendue, celle d'un élément gazeux, resté jusqu'à présent insoupçonné dans l'air que nous respirons journellement.

L'éminent chimiste a accompli ce beau travail avec le concours d'un savant distingué, son disciple, M. Morris W. Travers. Voici, fait par les auteurs eux-mêmes, l'exposé de leurs investigations : (N. de LA Dîne.)

Nous nous proposons de donner dans cette Note préliminaire un résumé des expériences que nous avons faites depuis un an pour reconnaître si, outre l'azote, l'oxygène et l'argon, il n'existe pas dans l'air d'autres gaz qui ont échappé jusqu'ici à l'observation par suite de leur faible proportion.

En collaboration avec miss Emily Aston, nous avons trouvé que, si l'on traite par l'eau l'azote de magné-

sium obtenu en absorbant de l'azote atmosphérique, on obtient d'une part de l'ammoniac qui demeure dissous, et d'autre part seulement une trace de gaz. Ce gaz est de l'hydrogène et provient d'une petite quantité de magnésium métallique qui n'a pas été convertie en azoture. Le fait que l'ammoniaque produite par l'action de l'eau sur l'azoture est pure, a déjà été prouvé par Lord Rayleigh; il a montré que l'azote qui en dérive possède sa densité normale. La magnésie résultant de l'azoture cède seulement à l'eau une trace de matière soluble, laquelle consiste en oxyde hydraté et carbonate; ces expériences n'ont donc pas mis en évidence un nouveau gaz.

Mais, plus récemment, grâce à l'obligeance du Dr Hampson, nous avons pu avoir 750 c.c. d'air liquide. Nous avons fait évaporer lentement cette masse, à l'exception des dix derniers centimètres cubes; nous avons recueilli dans un récipient le gaz provenant de ce petit résidu; nous avons enlevé l'oxygène avec du cuivre métallique et l'azote à l'aide d'un traitement avec un mélange de chaux pure et de magnésium en poudre, suivi de l'action d'étincelles électriques en présence d'oxygène et de soude caustique, et nous avons obtenu finalement 26,2 c.c. d'un gaz montrant faiblement le spectre de l'argon et, de plus, un spectre qui n'a pas, croyons-nous, été aperçu jusqu'à présent.

Nous n'avons pas encore réussi à séparer complètement le nouveau spectre de celui de l'argon, mais il est caractérisé par deux raies fort brillantes, dont l'une est presque identique en position à D² et presque aussi brillante. Des mesures faites avec un réseau de 14.438 lignes par pouce, mis obligamment à notre disposition par M. E.-C.-C. Baly, ont fourni les nombres suivants, les quatre lignes apparaissant dans le champ toutes à la fois :

D ₁	5.895,0
D ₂	5.889,0
D ₃	5.875,9
D ₄	5.866,65 + 1,7 pour réduction au vide.

Il existe encore une raie verte, comparable en intensité à la ligne verte de l'hélium, et dont la longueur d'onde est 5.566,5, et une ligne verte un peu plus faible, dont la longueur d'onde est 5.557,3.

Pour déterminer, dans la mesure du possible, quelles sont les lignes qui appartiennent au spectre de l'argon et quelles sont celles du nouveau gaz, les deux spectres ont été examinés en même temps avec le réseau, les spectres du premier ordre étant utilisés. Les raies qui étaient absentes ou très faibles dans le spectre de l'argon ont été attribuées au nouveau gaz. Leur intensité étant plus faible, les mesures de longueur d'onde qui suivent ne sont pas aussi précises que les trois mesures données plus haut; mais nous regardons les trois premiers chiffres significatifs comme corrects :

Violet	{	4.317.
	{	4.387.
	{	4.461.
	{	4.671.
Bleu	{	4.736.
	{	4.807.
	{	4.830.
	{	4.834.
Vert.	{	4.909.
	{	5.557,3.
	{	5.566,3.
	{	5.829.
Jaune	{	5.866,5.
	{	6.011.
Orange		6.011.

M. Baly a eu l'obligeance d'entreprendre l'étude du spectre, qui sera publiée quand elle sera complète. Les nombres donnés plus haut suffisent à mettre hors de doute l'existence d'un nouveau gaz.

La densité approchée du gaz a été mesurée en le pesant dans un ballon de 32,321 c.c. de capacité, sous une pression de 524^{mm},85; à la température de 15°,93. Le poids a été trouvé de 0,04213 gr.; d'où l'on déduit une densité de 22,47, la densité de l'oxygène étant prise égale à 16.

Après avoir fait passer l'étincelle électrique durant quatre heures en présence d'oxygène et de soude, nous avons fait une seconde mesure dans le même ballon. La pression était de 523^{mm},7 et la température de 16°,45, le poids trouvé a été de 0,04228 gr.; d'où l'on déduit une densité égale à 22,51.

La longueur d'onde du son a été déterminée, dans ce gaz, par la méthode décrite dans les recherches sur l'argon. On a trouvé :

Longueur d'onde dans l'air :	I	II	III
— le gaz :	34,17	34,38	34,57
	29,87	30,13	"

Introduisant ces nombres dans la formule

$$\gamma_{\text{air}} \times \text{densité air} : \gamma_{\text{gaz}} \times \text{densité gaz} = \gamma_{\text{air}} : \gamma_{\text{gaz}}$$

il vient :

$$(34,35)^2 \times 14,479 : (30)^2 \times 22,47 = 1,408 : 1,666;$$

ce qui montre que, comme l'argon et l'hélium, le nouveau gaz est mono-atomique et représente un corps simple.

De ce qui précède, nous pouvons conclure que l'atmosphère contient un gaz nouveau, doué d'un spectre caractéristique, plus lourd que l'argon et moins volatil que l'azote, l'oxygène et l'argon; le rapport de ses deux chaleurs spécifiques conduit à penser qu'il est mono-atomique et représente un élément. Si cette conclusion est fondée, nous proposons de le nommer *Krypton*, c'est-à-dire « caché ». Son symbole serait Kr.

Il est naturellement impossible de fixer positivement la place que ce nouvel élément de l'atmosphère doit occuper dans la table périodique des corps simples.

Le nombre 22,5 représente une densité minimum. Si nous est permis de hasarder une conjecture, c'est que le krypton se trouvera avoir la densité 40, avec le poids atomique correspondant 80, et se placera dans les séries de l'hélium. Cette dernière conjecture est rendue vraisemblable par son inertie en présence du calcium et du magnésium au rouge d'une part, et en présence de l'oxygène et de la soude caustique sous l'influence des étincelles électriques d'autre part. Nous nous proposons de préparer le nouveau gaz en plus grande quantité et d'essayer de le séparer de l'argon d'une manière plus complète par distillation fractionnée.

On peut remarquer, en passant, que MM. Kayser et Friedlander, qui ont cru observer la raie D₃ dans l'argon de l'atmosphère, ont probablement été trompés par la grande proximité de la brillante raie jaune du krypton avec la raie de l'hélium.

Si nous admettons la vérité de l'hypothèse du Dr Johnstone Stoney, d'après laquelle il existerait dans l'atmosphère des gaz plus lourds que l'ammoniaque, il n'est nullement improbable qu'un gaz plus léger que l'azote puisse aussi être découvert dans l'air. Nous avons déjà passé plusieurs mois à tout préparer pour la recherche d'un tel gaz et nous pensons être en mesure d'ici peu de dire si cette supposition est fondée ¹.

William Ramsay et Morris W. Travers.

¹ M. Berthelot, en présentant la grande découverte de MM. Ramsay et Morris Travers à l'Académie des Sciences, a fait observer que la forte raie verte 5566,3 du krypton coïncide sensiblement avec la brillante raie n° 4 (5567) de l'aurore boréale (C. R. 6 juin 1898).

L'INSCRIPTION DES PHÉNOMÈNES PHONÉTIQUES

PREMIÈRE PARTIE : MÉTHODES DIRECTES

L'inscription des mouvements de la parole est une des applications les plus hardies de la méthode graphique. Quoi de plus complexe, en effet, que les mouvements des lèvres, de la langue, du voile du palais et du larynx d'une personne qui parle ! On a cependant réussi à traduire, sous forme de courbes, toutes les phases de ces mouvements ; on a même fixé, en des photographies instantanées, les attitudes successives des organes phonateurs. Bien plus, on a saisi les sons eux-mêmes, en créant des appareils assez délicats pour vibrer sous l'action des ondes aériennes et pour en retracer les caractères avec leurs nuances les plus délicates.

C'était une entreprise bien tentante que celle d'exposer les phases de l'évolution de cette méthode, mais la tâche était difficile. Heureusement, des hommes qui ont fait de ce sujet une étude spéciale, des acousticiens comme R. Kœnig, des phonétistes comme l'abbé Rousselot, ont rassemblé sur ce sujet des renseignements précieux. En outre, certaines études de phonétique graphique ont été faites dans mon laboratoire, d'autres s'y poursuivent encore ; c'est à ces sources diverses que j'ai puisé les éléments du présent article.

Dans un exposé de ce genre, la principale difficulté tient à la multiplicité des moyens dont on s'est servi pour traduire graphiquement les actes phonétiques ou les sons de la voix. Tantôt on transmettait à des appareils inscripteurs les actes mécaniques des organes de la parole, tantôt on faisait agir les vibrations sonores sur des membranes munies de styles, qui les retraçaient sur une glace enfumée ; d'autres fois, on recourait à des flammes qui vibraient sous l'influence des sons et dont les images, dissociées par un miroir tournant ou photographiées sur une plaque en mouvement, traduisaient aussi par des courbes les divers sons de la voix. Enfin, l'invention du phonographe d'Edison a ouvert aux expérimentateurs une voie nouvelle : les empreintes que la parole grave sur le cylindre de cire ont été étudiées au microscope, traduites en courbes planes, et même soumises à l'analyse mathématique.

Tous ces moyens divers d'analyser les sons n'ont pas été employés successivement ; chacun d'eux ne correspond pas à une phase de l'évolution de la méthode ; chacun d'eux, au contraire, s'est perfectionné d'une manière indépendante et est resté constamment en usage — quand il répond mieux que tout autre à des besoins spéciaux.

Dans ce sujet complexe, une division s'impose : elle consiste à traiter séparément, d'une part les mouvements physiologiques des organes de la parole et, d'autre part, les sons que ces organes produisent et qui se transmettent dans l'air.

Après l'exposé des ressources diverses dont les phonétistes disposent, il faudra déterminer le degré de précision que chacune des méthodes est capable d'atteindre ; essayer de les contrôler l'une par l'autre, chercher l'explication de certaines discordances dans les résultats obtenus, et poursuivre enfin, dans les conditions les plus favorables, la solution des nombreux problèmes de la phonétique expérimentale.

I. — INSCRIPTION DES MOUVEMENTS EXÉCUTÉS
PAR LES ORGANES PHONATEURS.

Il est extrêmement difficile de saisir les actes physiologiques de la parole ; on n'aurait sans doute jamais poussé bien loin l'étude de ce mécanisme compliqué, si les linguistes n'en avaient montré l'importance.

Ces savants avaient vu, en comparant les langues d'origine commune, qu'elles évoluent suivant des lois précises. Ainsi, une même consonne, le *c* ou le *t*, par exemple, placée entre deux voyelles, disparaît en passant du latin au français. Les voyelles elles-mêmes subissent des altérations ; l'*a*, en anglais, prend tantôt le son de l'*e*, tantôt celui de l'*o*. Des phénomènes semblables se sont produits pour les langues mortes dont nous comprenons les textes, tandis que nous n'avons qu'une idée très vague de la façon dont elles étaient prononcées.

Cette évolution du langage est-elle soumise à des lois déterminables, à celle de la *moindre action*, par exemple, en vertu de laquelle tout acte physiologique tend à s'effectuer avec le moins d'effort possible ? Les linguistes l'ont pensé, mais, pour contrôler cette hypothèse, il fallait, au préalable, connaître avec une précision rigoureuse le mécanisme de la formation des divers sons du langage.

Une délégation de la Société de Linguistique, conduite par son président, M. Vaisse, vint me trouver au commencement de l'année 1875 afin de savoir si la méthode graphique se prêterait à l'analyse des mouvements extrêmement rapides et complexes qui se produisent dans la parole ; si elle pouvait fournir une trace objective des actes exécutés par la cage thoracique, le larynx, les lèvres et le

voile du palais dans l'articulation des différents *phonèmes*¹, en indiquant la manière dont ces actes se succèdent ou se combinent suivant les différents cas.

L'entreprise me parut réalisable, d'autant plus que je possédais déjà les instruments nécessaires pour l'inscription des mouvements respiratoires, et que l'arsenal physiologique permettait d'inscrire des actes aussi délicats et aussi complexes que les mouvements des lèvres ou de l'air déplacé dans l'articulation des sons.

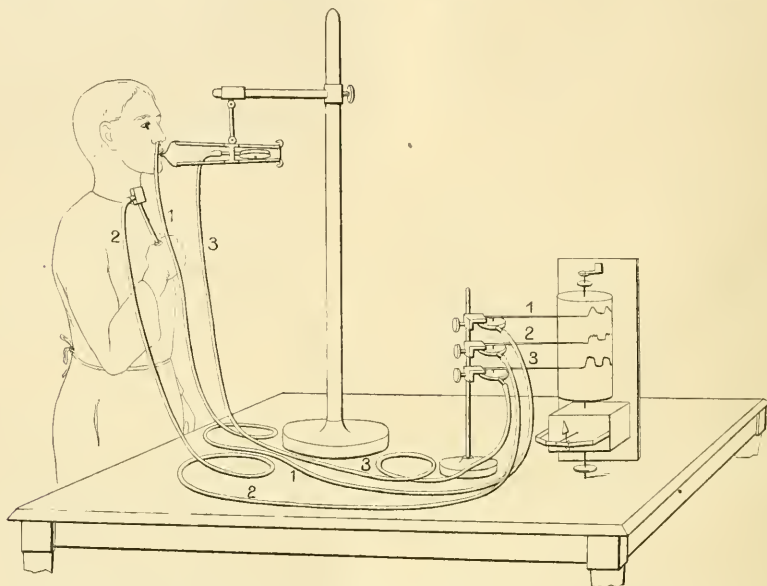
La figure 1 montre le premier dispositif auquel

une narine se rend à un tambour inscripteur. Ce tube et le tambour correspondant portent, dans la figure, le n° 1.

Les vibrations du larynx provoquaient, dans un appareil électromagnétique appliqué sur le larynx, des ruptures et clôtures de courant qui se transmettaient au tube et au tambour n° 2.

Enfin, les branches d'un explorateur spécial, saisies entre les lèvres, se rapprochaient ou s'écartaient avec elles en actionnant, au moyen d'un tube à air, le tambour n° 3¹.

Mon confrère, L. Havet, se chargea de diriger les



g. 1. — *Inscription simultanée des divers actes de la parole : émission de l'air par les narines (tube et style 1), vibrations du larynx (tube et style 2) et mouvements des lèvres (tube et style 3).*

j'ai recouru pour l'analyse des actes de la parole. On explorait simultanément trois actes : l'émission de l'air par les narines qui se produit dans certains sons, la vibration du larynx et les mouvements des lèvres.

Des explorateurs spéciaux servaient à chacun de ces usages, tandis que trois tambours à leviers² superposés traçaient ces trois phénomènes avec leurs rapports de succession, de durée et d'intensité.

Pour l'émission de l'air par le nez, phénomène qui signale les mouvements d'abaissement du voile du palais, un tube de caoutchouc introduit dans

recherches au point de vue phonétique, tandis qu'un de mes élèves, M. le Dr Rosapelly, exécutait les expériences. Les premiers résultats furent encourageants, car nous réussîmes à caractériser graphiquement les différentes consonnes ou groupes de consonnes. Mais les voyelles se traduisaient toutes de la même manière; l'inscripteur indiquait seulement si le larynx vibrait ou non pendant l'articulation des divers sons. Or, cela suffisait, en certains cas, pour caractériser une consonne, qui, sauf la vibration du larynx, eût pu se confondre avec une autre; le *p*, par exemple, ressemble au *b* par les actes que les lèvres exécutent et par la pres-

¹ Expression introduite par M. Champion pour indiquer ces groupes de sons qui constituent le langage parlé.

² Voir *La Méthode graphique*, p. 446. Paris, G. Masson, 1884.

⁴ Pour le détail des appareils et de leur fonctionnement, voir *La Méthode graphique*, p. 390.

sion de l'air dans les fosses nasales, mais, pour la production du *b*, le larynx vibre, tandis qu'il est muet dans l'articulation de la consonne *p*.

Il est inutile d'insister sur la caractéristique graphique des différents phonèmes; M. Rosapelly en

indique, par une ligne sinuëuse, que le larynx vibre; si le larynx est silencieux, le style trace une ligne droite.

3^e M. I. *Mouvements des lèvres*. Le troisième style trace une ligne horizontale quand les lèvres sont

ouvertes; la ligne s'abaisse plus ou moins selon que les lèvres sont plus ou moins rapprochées; la durée de cet abaissement correspond à celle de l'occlusion des lèvres.

Avec ces triples indications, les différents phonèmes se distinguent les uns des autres. Avec un peu d'habitude on arrive à lire très facilement ces inscriptions; on y trouve tous les éléments de la formation des différents actes de la parole. Nous ne pouvons entrer dans le détail d'une telle analyse; on le trouvera très complet dans le travail de M. Rosapelly¹.

Dès le début de ces expériences, on pouvait prévoir que les différents actes des organes phonateurs se caractériseraient par les courbes don-

Ces phonèmes sont classés en cinq séries, de trois chacune, désignées, de haut en bas, par les lettres A, B, C, D, E. Dans chaque compartiment sont inscrites les syllabes prononcées, et, en dessous, les courbes des différents actes phonateurs qui servent à leur production.

La désignation de ces actes se trouve dans la première colonne, sous la rubrique *repères*; on y trouve, pour chaque phonème, les indications suivantes :

1^o P. n. *Pression nasale*. Un appareil manométrique inscripteur (fig. 1) trace une ligne horizontale s'il n'y a pas émission d'air par les narines; une élévation de la courbe s'observe dans les phonèmes où l'émission se produit.

2^o V. l. *Vibrations du larynx*. Le tambour n^o 2, actionné par un trembleur électromagnétique,

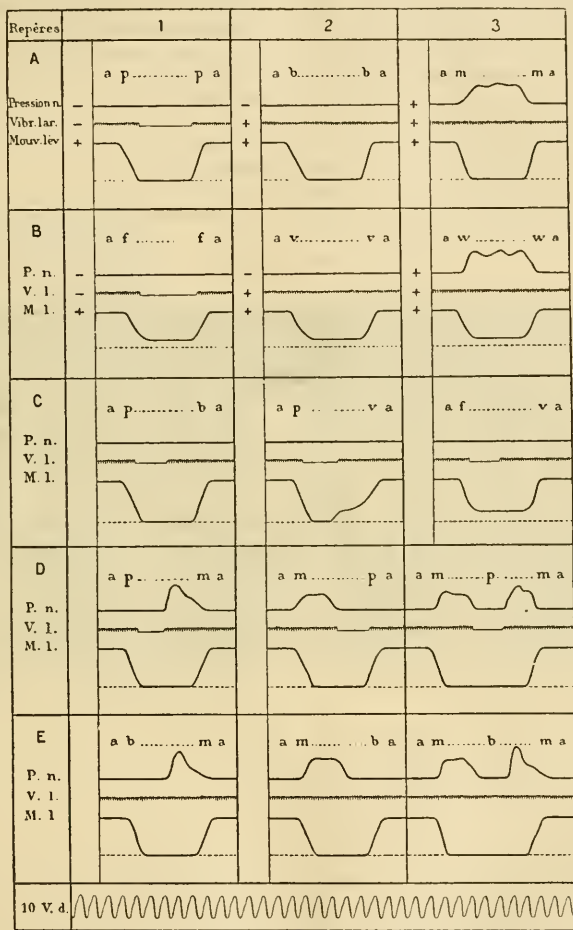


Fig. 2. — *Inscription de différents phonèmes*. — Dans chaque compartiment sont inscrites les syllabes prononcées; à gauche, sous la rubrique *repères*, se trouve la désignation des différents actes phonateurs: P. n., pression nasale; V. l., vibrations du larynx; M. l., mouvements des lèvres.

on vient de voir des spécimens, mais l'étonnement des expérimentateurs fut au comble quand M. Havel leur apprit que l'inscription phonétique venait de résoudre un important problème de linguistique.

¹ ROSAPELLY: *Inscription des mouvements phonétiques*, in *Travaux du laboratoire de M. Marey*, p. 109-131. Paris, 1875, G. Masson.

soulevé par les Hindous, mais non encore résolu. Le voici :

On sait que les Hindous attachent une idée religieuse à la prononciation correcte des textes sacrés; aussi ont-ils minutieusement étudié l'articulation des sons et en ont-ils tracé les règles dans un traité qui date de plus de deux mille ans, les *Praticākhyā* des livres védiques. Or, ce traité mentionne des sons articulés spéciaux, non représentés dans l'écriture; il nous apprend que ces sons *consonnantiques* s'intercalent dans la prononciation, à l'intérieur des groupes tels que *kn, km, tn, tm, pn, pm*, etc., groupes dont le premier élément est une des consonnes que nous appelons *muettes*, tandis que le second élément est une consonne nasale. Le son intermédiaire est considéré comme formant paire avec la *muette* qui précède, et les Hindous

le présentent, toutes les fois qu'une consonne muette se trouve placée devant une nasale.

On ne poussa pas plus loin, dans mon laboratoire, l'inscription des phénomènes phonétiques, mais la méthode s'est conservée. Il a été fondé récemment, au Collège de France, un laboratoire de Phonétique expérimentale, que dirige M. l'abbé Rousselot. A nos anciens instruments ce savant en a ajouté d'autres, qui vont explorer et inscrire les élévations et les abaisséments du larynx, les mouvements horizontaux des lèvres, les déplacements de la langue et du voile du palais. L'auteur décrit en détail ces instruments divers dans son traité de *Phonétique expérimentale*¹.

Avec son outillage perfectionné, l'abbé Rousselot poursuit ses études phonétiques; il a soumis à l'analyse graphique la prononciation de certains



Fig. 3. — Changements d'expression du visage pendant la parole. Chronophotographie (10 images par seconde).

l'appellent *yama* (jumeau). C'est un jumeau de la muette et non de la nasale, et pourtant les Hindous nous apprennent que le nez concourt à la production des « yama ». Or, pendant la formation de la consonne muette, qui commence le groupe, le voile du palais est fermé; d'autre part, il est ouvert au moment de la formation de la consonne nasale. Si le « yama » s'accompagne aussi d'un mouvement du voile du palais, à quel moment cette ouverture a-t-elle lieu? La linguistique hindoue ne résout pas cette question; du reste, l'observation pure ne permet pas de dissocier ces deux actes.

Mais la méthode graphique lève tous les doutes à cet égard en montrant que, dans la prononciation du yama de *p* dans *apma*, le voile du palais s'ouvre avant l'acte labial qui signale l'émission de la consonne *m*.

D'après M. Havet, le yama, pour n'avoir pas été signalé dans les langues européennes, n'en existe pas moins chez elles; l'allemand comme le français

patois de France et se propose de rechercher la solution de divers problèmes relatifs à la Linguistique.

La méthode que j'ai désignée sous le nom de chronophotographie², et qui consiste à prendre une série d'images instantanées d'un corps en mouvement, à raison de quinze à trente images par seconde et même davantage, se prête très bien à l'étude des actes de la phonation. Ces changements extérieurs de forme que l'œil ne peut pas suivre à cause de leur extrême mobilité, tels que les nuances délicates de l'expression du visage, les formes que prend la bouche et parfois même les mouvements de la langue, sont saisis par la photographie. La figure 3 montre une série d'images chronophotographiques d'une femme qui parle. Notre œil,

¹ ROUSSELOT : *Principes de Phonétique expérimentale*. Paris, 1897, H. Welter.

² *C. R. Acad. des Sciences*, t. CVII, p. 607-609, 1888.

inhabile à saisir instantanément les aspects successifs du visage pendant la parole, ne voit qu'une série de grimaces dans ces images considérées isolément. Mais il n'en est plus de même si, au moyen du *phonéistoscope* de Plateau ou de quelque appareil similaire, on fait passer successivement devant l'œil cette série de chronophotogrammes avec une vitesse convenable; ils se fusionnent alors en un mouvement qui n'a plus rien d'insolite et dans lequel un œil exercé peut même reconnaître les paroles prononcées.

M. Demeny, lorsqu'il était mon préparateur à la Station physiologique, a donné une forme élégante

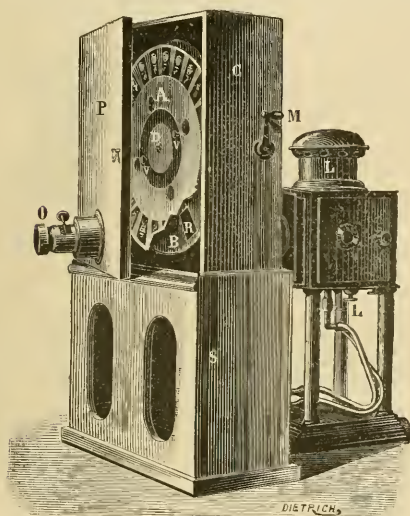


Fig. 4. — Photophone de M. Demeny. — A, disque de verre transparent portant les images; B, second disque percé de fenêtres R; L, lampe électrique; M, manivelle; O, objectif photographique.

à cette synthèse du mouvement. L'appareil qu'il a construit est représenté figure 4. On y voit une série d'images du parleur, disposées, à intervalles équidistants, à la circonférence d'un disque de verre A, qui tourne d'un mouvement uniforme. Derrière ce disque, il en est un autre, B, opaque et fenêtré, qui tourne beaucoup plus vite et qui, à chacune de ses révolutions, laisse arriver sur une nouvelle image le faisceau de lumière d'une lampe électrique L. Ces images, éclairées par transparence, sont examinées à travers un objectif photographique, au foyer duquel elles sont placées. Leur éclaircissement est si rapide qu'elles ne paraissent pas se déplacer et l'on croit voir, sur une tête immobile, les traits du visage animés de mouvements. M. Demeny a donné à son appareil le nom de *photophone*. Il a pensé que de

telles images seraient fort utiles pour exercer les sourds-muets à saisir, d'après les mouvements des lèvres, les paroles prononcées. Cette espérance a été confirmée par des expériences faites sur quelques élèves de M. Marichelle, professeur à l'Institution des sourds-muets. Ces élèves, déjà exercés à lire la parole sur les lèvres, ont su, pour la plupart, reconnaître sur les images en mouvement les paroles qui avaient été prononcées devant le chronophotographe.

De telles études mériteraient d'être suivies; M. Marichelle, dont on lira plus loin les recherches phonétiques, se propose de reprendre ce genre d'analyse de la parole. Les perfectionnements que j'ai réalisés dans la construction du chronophotographe projecteur rendront la tâche plus facile.

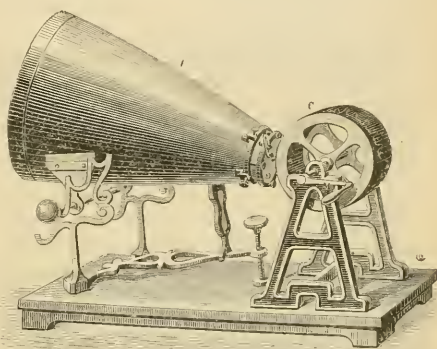


Fig. 5. — Phonautographe de Scott. — A, cloche parabolique recevant les sons et terminée par une membrane pourvue d'un style; C, cylindre inscripteur recouvert de noir de fumée.

On sait, du reste, qu'il existe aujourd'hui un grand nombre d'appareils, dont le plus répandu est le Cinématographe-Lumière, qui se prêtent à l'analyse et à la synthèse de toutes sortes de mouvements.

Ainsi, les actes physiologiques de la parole sont déjà, et seront de plus en plus, susceptibles d'être analysés d'une manière exacte et traduits d'une manière précise. Tantôt ils sont exprimés par des courbes continues qui en retracent toutes les phases, tantôt ils sont représentés par des images discontinues mais assez rapprochées dans le temps pour que l'œil puisse aisément saisir la transition insensible de l'une à l'autre et nous faire sentir la continuité du mouvement.

Mais, dès que le son est formé, il n'est plus qu'une succession de vibrations aériennes qui échappent à ces moyens d'analyse; on va voir par quels artifices les physiciens et les physiologistes sont arrivés à lui donner aussi une forme objective.

II. — INSCRIPTION DES SONS DE LA VOIX.

La première tentative d'inscription de la voix parlée date de 1858. Scott imagina un appareil, le *phonautographe* (fig. 5), qui devait, pensait-il, sténographier les paroles d'un orateur. On parlait à l'intérieur d'une sorte de cloche parabolique A, dont le fond était percé d'une ouverture formée par une mince membrane au centre de laquelle un léger style était collé. Ce style, obliquement incliné, se terminait par une barbule de plume; il vibrait sous l'influence de la voix et sa pointe, frottant à la surface d'un cylindre tournant couvert de noir de fumée C, y traçait des sinuosités bizarres dans lesquelles on essayait en vain de déchiffrer les paroles prononcées.

L'insuccès fut complet¹, mais Kœnig, qui avait construit l'appareil de Scott et assistait ce chercheur dans ses expériences, pensa que le phonautographe pouvait se prêter à d'autres usages. Il débarrassa la membrane des vibrations parasites qu'elle introduisait dans le tracé et, par des tensions graduées, l'accorda pour un certain nombre de sons.

Produisant alors, au moyen de tuyaux d'orgue, une mélodie courte et simple, il vit que le cylindre portait la trace d'une série de sons de tonalités et de durées variables. Pour analyser ces divers sons, Kœnig inscrivit en même temps qu'eux les vibrations d'un diapason de tonalité connue; de cette manière, il put déterminer, par comparaison, la tonalité et la durée de tous les sons de la mélodie, qui fut ainsi complètement déchiffrée. De ce moment, les membranes vibrantes purent servir à l'inscription des sons.

Donders² recourut au phonautographe pour analyser le timbre des voyelles; il eut soin d'amortir les vibrations propres de la membrane en y fixant des poids, mais il ne parait pas avoir modifié la forme du style traceur.

Ce style de Scott, oblique à la membrane, vibrat souvent d'une manière désordonnée; l'œil pouvait constater que la barbule terminale semblait seule agitée de mouvement, et décrivait des oscillations de grande amplitude et de court rayon. Il était important de remplacer cet organe défectueux par un style rigide et ne pouvant osciller que dans un plan perpendiculaire à la membrane, dont il suivrait fidèlement les vibrations.

C'est ce que fit Barlow³ avec un petit levier

d'aluminium, fixé par l'une de ses extrémités au bord de la membrane et relié par sa partie moyenne au centre de cette membrane. Au bout de ce levier, un petit pinceau de martre, chargé de couleur, traçait les vibrations de la parole.

Barlow s'est attaché plutôt à l'étude des articulations des sons qu'à celle des voyelles. Il prononça quelques phonèmes devant la membrane du *logographe*, — c'est ainsi qu'il appelle le phonautographe modifié, — et recueillit des tracés sur lesquels on lit certains caractères des sons articulés.

La figure 6 est le diagramme de son *be*. En A, la membrane est en repos avant l'émission du son; en B, le style est soulevé par l'explosion soudaine de la consonne *b*, à laquelle succède, en C, la vibration prolongée de la voyelle *e*.

La figure 7 est le diagramme de *eb*: A est le son de la voyelle *e*, B la clôture des lèvres au début de la

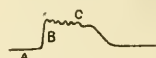


Fig. 6.

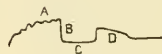


Fig. 7.

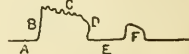


Fig. 8.

Fig. 6 à 8. — Tracés recueillis par Barlow au moyen du *logographe*. — Fig. 6. Tracé du son *be*. — Fig. 7. Tracé du son *eb*. — Fig. 8. Tracé du son *beb*.

consonne, C la pose consécutive, et D l'échappement de l'air qui était comprimé dans la bouche.

La figure 8 est produite par le son *beb*; on y retrouve les éléments successifs des deux premiers diagrammes.

Barlow a passé en revue les différentes formes des consonnes, les nasales comme *m* et *n*, *l* et *r* avec les vibrations qui en constituent le roulement. D'après lui, les consonnes *b*, *h*, *p*, *t*, *c* se caractérisent également par la méthode graphique; la difficulté de lire ces diagrammes tiendrait surtout à ce que les réactions de la voix parlée chevauchent les unes sur les autres et sont comme soudées par ce qu'on nomme des *liaisons*. Dans les tracés du *logographe* de Barlow, les consonnes seules sont caractérisées; mais l'emploi du pinceau chargé d'encre manque de fidélité; on va voir, du reste, que de nouveaux progrès dans la construction du style permettront de saisir aussi les caractères des voyelles.

Schneebeil⁴ adapta au phonautographe un nouveau style imaginé par le Dr Hipp; la figure 9 en

¹ Scott n'a publié aucune expérience scientifique exécutée au moyen de son appareil.

² Donders : Zur Klangfarbe der Vocale (*Ann. der Physik und Chemie*, 14 73, 1868).

³ Barlow : On the articulation of the human voice as illustrated by the Logograph. Soc. Royale de Londres, décembre

1876. — Séance de la Soc. française de Physique, 6 septembre 1878.

⁴ Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, 23 avril et 20 novembre 1878.

montre la disposition. Sur une membrane de parchemin repose, en son milieu, un petit style vertical, formé d'une lame mince d'acier pliée en cornière pour en accroître la rigidité. Une pince porte une lame d'acier horizontale qui va se fixer au style vers le premier cinquième de sa longueur. Lorsque le soulèvement du style fait plier cette

lame élastique, la pointe écrivante exécute des mouvements cinq fois plus étendus que ceux de la membrane. On les inscrit sur une glace très légèrement enfumée; l'amplitude des courbes tracées varie entre 2 et 10 millimètres.

La figure 10 montre plusieurs spécimens de ces tracés donnant les caractères graphiques de

différentes voyelles. Nous n'insisterons pas sur ces formes, dont on trouvera plus loin de nombreux exemples et dont la signification sera discutée. Notons seulement que la périodicité régulière de ces courbes sinusoïdales fait déjà préjuger de leur exacte

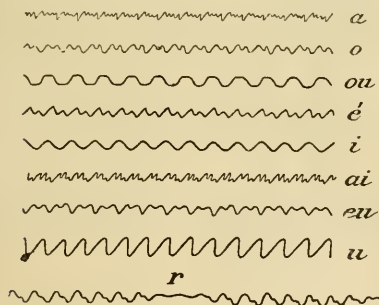


Fig. 10. — Inscription des différentes voyelles et de la consonne *r* par Schneebeli.

titude. La légèreté extrême du style réduit au minimum les effets défavorables de son inertie; du reste, Schneebeli a pu charger d'une petite boule de cire son levier inscripteur, de manière à en doubler presque le poids, sans que les courbes tracées en fussent sensiblement altérées.

Hensen¹ a introduit en Allemagne un dispositif

nouveau pour inscrire les mouvements de la parole et lui a donné le nom de *Sprachzeichner*. L'appareil est formé de deux pièces principales, un chariot qui porte la glace enfumée sur laquelle s'inscrivent les tracés, et un support auquel s'adapteront les organes inscripteurs. Nous croyons important de décrire cet appareil, car il réalise un notable progrès dans la phonétique graphique et parce qu'un grand nombre d'auteurs s'en sont servis pour leurs études.

La figure 11 montre la coupe du chariot. C'est un angle dièdre à parois de glaces dans lequel glisse un prisme de bois évidé *d*, sur lequel repose horizontalement la lame de verre enfumée *g* sur laquelle s'écrivent les vibrations de la voix. Ce prisme, glissant facilement dans la rainure qui le reçoit, est entraîné, soit à la main, soit par un mouvement d'horlogerie; la glace enfumée *g* accompagne son mouvement, fixée qu'elle est par une agrafe à vis *e*.

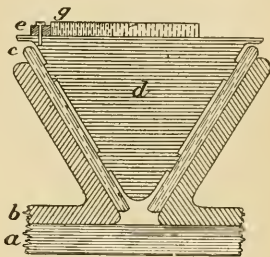


Fig. 11. — Chariot du Sprachzeichner de Hensen. — *d*, prisme de bois; *c*, glace; *g*, glace enfumée maintenue par une agrafe à vis *e*; *a* et *b*, supports.

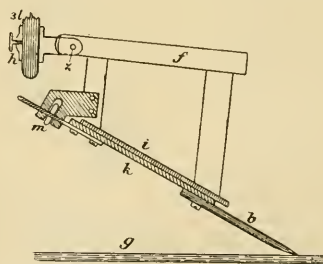


Fig. 12. — Support des appareils inscripteurs dans le Sprachzeichner de Hensen. — *f*, *i*, cadre articulé en *z* avec un bâti fixe; *b*, pointe de bois; *g*, glace enfumée.

Il s'agissait d'établir les appareils inscripteurs de façon que la pointe du style fût toujours au contact de la glace enfumée; c'est dans ce but qu'a été construit le support représenté figure 12. Une sorte de cadre *f* articulé en *z* à un bâti, non représenté dans la figure, tombe par son propre poids sur la plaque enfumée *g*, avec laquelle il prend contact par une pointe de bois *b*. Quand le chariot chemine, le contact de la pointe qui frotte sur la plaque de verre fait que les diverses parties du

¹ HENSEN: Ueber der Schrift von Schallbeweungen Zeitschrift für Biologie, B⁹, 83, 1887).

support restent à une distance constante de cette plaque et que, par conséquent, les appareils munis de styles inscripteurs qu'on adaptera à ce support seront eux-mêmes à une distance constante de la plaque. Du reste, un bouton *m* permet de régler à volonté la pression du style sur la plaque, pression qui, grâce à la disposition du chariot, se maintiendra constante pendant toute la durée du tracé.

Pour les organes inscripteurs, Hensen essaya d'imiter la courbure de la membrane tympanique au moyen d'une baudruche légèrement concave. Le style qu'il employa mérite une description particulière. Le léger levier qui le forme, *p* (fig. 13), n'est pas articulé à sa base, mais fixé sur un axe transversal *o* maintenu entre deux étaux *n n*, et qui subit une torsion chaque fois que le levier vibre. Les mouvements sont communiqués au levier par un disque *q*, relié à la membrane et situé dans un plan vertical. Quant à l'extrémité écrivante, elle se termine par une lame mince d'acier *r*,

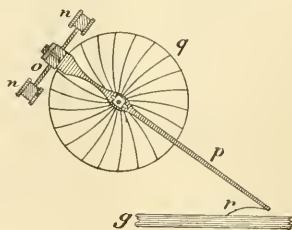


Fig. 13. — Tambour inscripteur de Hensen. — *nn*, étaux maintenant un axe fixe *o*, qui porte un style *p*, avec pointe *r*; *q*, disque communiquant au style les mouvements de la membrane; *g*, plaque enfumée.

recourbée en arrière et pressant élastiquement par sa pointe sur la glace enfumée. Cette pression élastique et constante est une nouvelle garantie de la perfection du contact du style et de la glace.

L'appareil de Hensen a servi à plusieurs auteurs pour l'inscription des sons de la parole. Wendeler¹ a obtenu le tracé de plusieurs consonnes et autres bruits dans la parole; Martens² a étudié les voyelles et les diphthongues; Pipping³, pour inscrire les courbes des voyelles, a muni le

levier d'une pointe de diamant, qui traçait sur le verre des courbes microscopiques mais d'une finesse extrême. La plupart de ces auteurs ont soumis les courbes des voyelles à une analyse mathématique dont il sera question plus loin.

Il semble que la perfection soit atteinte dans l'inscription mécanique des sons de la voix; cependant plusieurs auteurs ont craint que l'inertie des organes inscripteurs produisît quelques altérations de ces courbes et, voulant se mettre entièrement à l'abri de ces causes d'erreur, ont recouru à d'autres méthodes dont nous allons parler.

III. — ANALYSE DES SONS PAR LES FLAMMES MANOMÉTRIQUES.

Les premiers essais d'inscription de la parole au moyen de styles avaient trop bien révélé le danger de l'inertie du style et de la membrane pour que les expérimentateurs, mis en défiance, n'aient pas cherché d'autres méthodes pour obtenir une représentation objective des sons.

Dès l'année 1862, R. Koenig présentait à l'Exposition de Londres ses *flammes manométriques*. Nous lui empruntons la figure 14, par laquelle l'éminent acousticien a représenté les détails de son instrument.

Sur le trajet d'un tube à gaz, que la figure montre détaché et pendant sur une table, est situé un petit appareil que le gaz traverse avant de s'échapper par un bec qu'on allume.

Ce petit appareil, dont on voit le détail en A, est la capsule

manométrique, formée d'une cavité que cloisonne une mince membrane. Le gaz pénètre dans la moitié droite de la capsule, et s'échappe par le bec verticalement dirigé.

Jusqu'ici, la flamme du gaz ne présente rien de

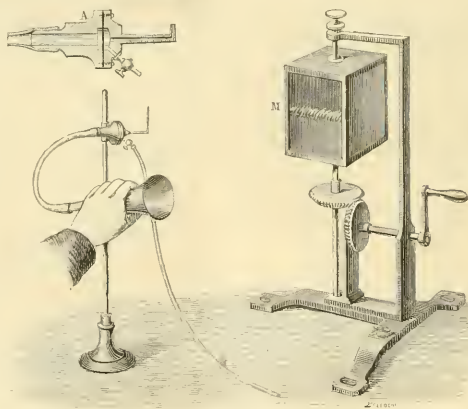


Fig. 14. — Appareil de Koenig pour produire les flammes manométriques. — Le gaz, avant d'arriver au bec, traverse une capsule manométrique, dont la membrane vibre sous l'influence des sons. La flamme du gaz est analysée par le miroir tournant M.

¹ WENDELER: Ein Versuch über die Schallbewegung einiger Konsonanten und anderer Geräusche (*Zeitschrift für Biologie*, Bd 33, n° 4, 1886).

² MARTENS: Ueber das Verhalten von Vocalen und Diphthongen in gesprochenen Worten (*Zeitschrift für Biologie*, Bd 23, 1889).

³ PIPPING: Zur Klangfarbe der Gesungenen Vocale (*Zeitschrift für Biologie*, Bd 27, 1890). — Nachtrag für Klangfarben, *Ibid.* Ueber

die Theorie der Vocale (*Acta Societatis scientiarum Helsingfors*, 1894).

particulier; mais si, par une embouchure en forme de cornet acoustique, on fait arriver un son dans la moitié gauche de la capsule, la cloison se met à vibrer, comprime et raréfie tour à tour le gaz qui traverse la moitié droite, et la flamme change d'aspect. Elle vibre dans le sens vertical, s'élevant et s'abaissant tour à tour, ce qui lui donne une apparence trouble et vague, comme celle d'un diapason frotté par un archet.

Pour dissocier ces flammes de diverses hauteurs,

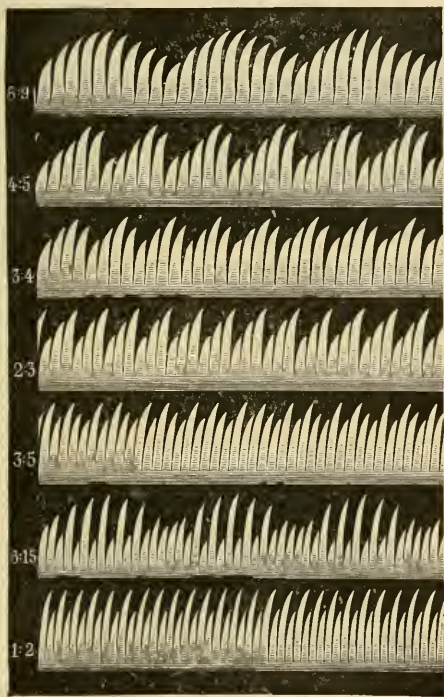


Fig. 15. — Reproduction des flammes manométriques de Kœnig. — Les chiffres de gauche indiquent le rapport du nombre de vibrations des deux sons composés.

Kœnig en recevait l'image sur un miroir tournant M; elles apparaissaient alors sous forme d'un ruban sinueux, à bords déchiquetés, sur lesquels on pouvait reconnaître le retour périodique de flammes grandes et petites; les premières, moins fréquentes, correspondaient au son fondamental, les autres, aux harmoniques de différents ordres entrant dans la constitution du timbre propre à chaque voyelle¹.

Malheureusement, ces images étaient fugitives;

¹ Kœnig : *Quelques expériences d'acoustique*. Paris, 1882; chez l'auteur, 27, quai d'Anjou, à Paris.

Kœnig en reproduisit l'aspect par le dessin, et publia d'intéressantes figures, dont nous donnons un spécimen.

La figure 15 montre la composition des sons de deux tuyaux d'orgue analysés par les flammes manométriques.

A gauche, des chiffres indiquent les rapports des nombres de vibrations des deux sons composés. On voit que, d'après leur différence de fréquence, les vibrations s'ajoutent entre elles ou se retranchent, de manière à donner aux sommets des flammes des inflexions à retour périodiques.

Kœnig a également représenté par sa méthode l'aspect des diverses voyelles chantées sur des tonalités différentes. Cet important document sera comparé ultérieurement à ceux d'autres expérimentateurs.

Un défaut de la méthode, c'est que les images sont fugitives, et très difficiles à observer. Pour donner aux expériences une authenticité qui les rendit indiscutables, divers auteurs ont essayé de les photographier. Les premiers résultats furent



Fig. 16. — Flamme vibrante photographiée par Gerhardt.

peu satisfaisants. Gerhardt¹ se servit de la flamme de cyanogène; la figure 16 montre une des épreuves ainsi obtenues.

Donner², en se servant d'un objectif à très court foyer, et de flammes de gaz carburé brûlant dans l'oxygène pur, a obtenu des images plus intenses; il a même introduit dans ses images la notion de temps, en y reproduisant les vibrations d'une flamme actionnée par un diapason chronographe.

Un de mes élèves, M. le Dr Marage³, a eu de très bons résultats avec l'emploi de l'acétylène; la flamme éblouissante de ce gaz se prête mieux que toute autre à l'obtention d'images intenses.

Sur un de mes appareils chronophotographiques⁴, on enlève l'organe, nommé compresseur, qui arrête la pellicule sensible au moment de chaque éclaircissement; on retire également le disque fenestré, qui produit des admissions intermittentes

¹ Voir STEIN : *Die Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung*. Leipzig, 1877.

² DONNER : *C. R. de l'Académie des Sciences*, t. CIII, p. 340-342, 1886.

³ MARAGE : *Etude des cornets acoustiques par la photographie des flammes manométriques de Kœnig*, broch. in-8°. Paris, G. Masson, 1897.

⁴ Voir, pour la description de l'appareil, MAREY : *Le Mouvement*, p. 114. Paris, G. Masson, 1894.

de la lumière. Ainsi modifié, l'appareil est braqué sur la flamme vibrante, et l'on fait défiler au foyer de l'objectif une bande de papier sensible, avec une vitesse uniforme de 1 mètre environ par seconde.

M. Marage a reproduit, sans la connaître, la disposition imaginée par Douner, et qui consiste à photographier, en même temps que la flamme du son étudié, celle d'un diapason chronographe. La figure 17 montre, l'une au-dessus de l'autre, les images de ces deux flammes.

Les images des flammes vibrantes présentent

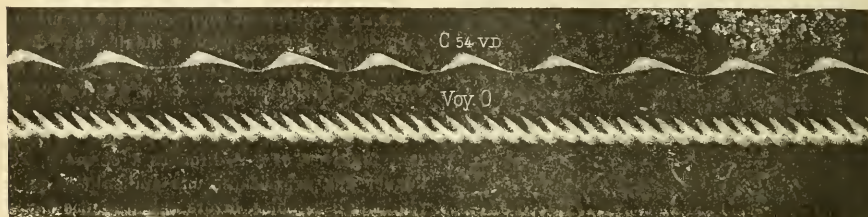


Fig. 17. — *Flammes manométriques à l'acétylène, surmontées des flammes chronographiques.*

toutes un caractère particulier, soit qu'elles aient été dissociées par un miroir tournant, soit qu'elles aient été photographiées sur une plaque animée de vitesse; elles sont toujours inclinées, ce qui résulte de la composition de leur mouvement vertical avec une translation horizontale. Plus le papier sensible est entraîné avec vitesse, plus l'image de la flamme est inclinée. On pourrait s'étonner toute-

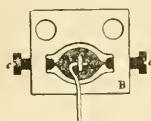


Fig. 18. — *Miroir de Blake.*
— B, miroir relié à la plaque vibrante par un crochet et pivotant sur les tourillons cc.

fois de ne pas voir dans le profil des flammes une forme sinusoïdale, comme cela arriverait si la flamme montait puis descendait d'une manière alternative.

En réalité, la courbe sinusoïdale est interrompue et ne présente que la phase ascendante de la flamme,

comme si le gaz enflammé s'éteignait presque entièrement sur place jusqu'à la flamme prochaine.

IV. — MÉTHODES OPTIQUES.

§ 1. — Analyse des sons par la photographie d'un rayon lumineux réfléchi par un miroir vibrant.

Dès l'apparition des appareils enregistreurs à mouvements rapides, on se préoccupa des déformations que les tracés pouvaient subir par suite de l'inertie des leviers inscripteurs, et l'on chercha à remplacer ces organes matériels par le levier idéal et sans pesanteur, c'est-à-dire par un rayon lumineux réfléchi par un miroir en mouvement.

Lorsque je présentai aux physiologistes mon sphymographe (appareil inscripteur de la pulsation des artères), Czermack le soumit au contrôle suivant. Après avoir recueilli un premier tracé du pouls de son artère, il substitua au levier du sphymographe un petit miroir très léger que les pulsations artérielles soulevaient d'une façon imperceptible. Sur ce miroir, il fit tomber un rayon lumineux qui, après réflexion, tombait sur une plaque photographique animée d'une translation uniforme. L'image obtenue, identique au tracé du

sphymographe, démontra la fidélité de cet instrument¹.

Cette méthode devait recevoir de nombreuses applications à la phonétique expérimentale. Blake² parlait devant une plaque de fer pareille à celle d'un téléphone; cette plaque était munie d'un crochet qui s'adaptait près du centre d'un petit miroir

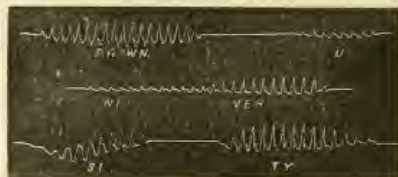


Fig. 19. — *Tracés photographiques de la parole obtenus au moyen du miroir de Blake.*

vertical très léger, pivotant sur deux tourillons *cc*, (fig. 18) et dont la face libre était bien polie. Sur ce miroir, Blake faisait tomber un faisceau de lumière parallèle, à travers une lentille convexe. Après sa réflexion, le faisceau lumineux traversait de nouveau la lentille et allait former son image sur une plaque photographique en mouvement. Les images ainsi obtenues étaient très nettes; nous en reproduisons un spécimen d'après l'abbé Rousset (fig. 19).

¹ MAREY : *La circulation du sang*, p. 218. Paris, G. Masson, 1887.

² BLAKE : *The American Journal of Science and Art*, 1878, 2^e semestre, et *Journal de Physique*, 1879, p. 251.

Avec un ton de voix ordinaire, l'amplitude des tracés atteint $0^m,025$; celle des vibrations du miroir n'était en ce cas que de $0^m,125$.

Pour s'assurer que la présence du miroir n'altérerait pas les vibrations sonores, Blake adapta ce miroir à la plaque d'un téléphone; les sons rendus par l'instrument ne furent pas modifiés.

Boltzmann¹ se servit d'une disposition analogue

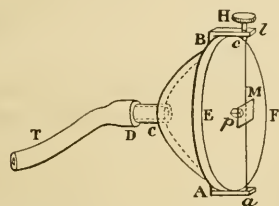


Fig. 20. — Capsule palmoptique de Rigollot et Chavanon.
— EF, membrane de collodion; M, miroir porté par le fil *ac*, tendu entre les supports A et B, et réglé par le bouton H; *p*, cube de caoutchouc; T, tube.

pour obtenir la courbe des voyelles. H. Rigollot et A. Chavanon² ont également construit un appareil à miroir. Ils ont nommé *capsule palmoptique*³ une capsule de métal (fig. 20), au fond de laquelle s'ouvre un tube T, et dont l'ouverture est fermée par une mince membrane de collodion E F. Au

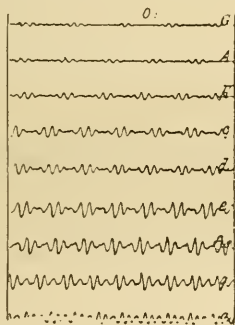


Fig. 21. — Tracés obtenus par Hermann pour la voyelle *o*, avec un dispositif analogue à celui de Rigollot et Chavanon.

centre de cette membrane, un petit miroir de verre argenté M est appuyé, par la torsion d'un fil tendu *a c*, sur un petit cube de caoutchouc *p* placé au centre de la membrane. Avec un bouton de réglage H, on faisait varier à volonté la torsion du fil et, par suite, la pression du miroir sur la membrane.

Enfin Hermann⁴ s'est servi d'une disposition du même genre pour l'inscription des voyelles; les tracés qu'il a obtenus sont très nets; la figure 21 en donne un spécimen pour la voyelle *o*.

§ 2. — Méthode des interférences lumineuses.

On doit encore rattacher à la méthode optique le dispositif employé par Rops⁵. J'emprunte à l'abbé Rousselot la description qu'il a donnée du dispositif imaginé par cet auteur :

« Une source lumineuse très intense A (fig. 22) envoie, par le moyen des lentilles *q* et *q'*, un faisceau lumineux parallèle *d*, qui, sortant à travers la fente *f* de 2 centimètres sur 5 et le diaphragme *b*, tombe sur la lentille *l*, dont le foyer est de 15 centimètres, et de là sur la glace épaisse *S*, d'un appareil de Jamin à produire des interférences. Là, le rayon est divisé en deux faisceaux, *a*₁ et *a*₂, qui se

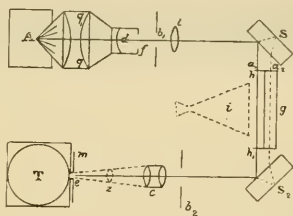


Fig. 22. — Appareil de Rops pour l'analyse du son des voyelles.
— A, source lumineuse; *qq'*, lentilles; *f*, fente; *b*, diaphragme; *S*₁, glace; *g*, tube fermé par des glaces *h* et *h*₁; *i*, porte-voix; *S*₂, miroir; *b*, diaphragme; *c*, objectif; *e*, fente; *m*, obturateur électrique; T, tambour.

dirigent parallèlement vers le miroir *S*₂. Le faisceau *a*₁ passe dans l'air libre; *a*₂, à travers un tube *g*, de 15 centimètres de longueur, à parois métalliques épaisses et terminé par des glaces de verre *h* et *h*₁, qui débordent assez pour être traversées par le faisceau *a*₁. A 4 ou 3 centimètres du tuyau s'ouvre le pavillon d'un porte-voix *i*, dans lequel les voyelles sont chantées, provoquant des condensations et des dilatations dans l'air libre, tandis que l'air demeure tranquille dans le tube *g*. Les deux faisceaux se réunissent au sortir de *S*₂, après avoir été amenés à l'interférence, et sont projetés, à l'aide d'un objectif de Voigtländer, *c*, dans le champ d'une fente, *e*, large de 1 à 2 centimètres et haute de 2 centimètres. Une lentille *z* augmente l'intensité lumineuse, et un diaphragme *b*₂ empêche l'entrée des réflexions secondaires. La fente est perpendiculaire à la direction des franges;

¹ BOLTZMANN : Acad. de Vienne, 1888, et *Journal de Physique*, 1882, p. 195.

² *Journal de Physique*, 1883, p. 533.

³ Ηαλζωζωζα, relatif aux vibrations.

⁴ L. HERMANN : *Pflüger's Archiv für gesammte Physiologie*, t. XLV, p. 582-592, 1889.

⁵ ROPS : *Ueber Luftschwingungen*. — WIEDMANN'S : *Annalen der Physik und Chemie*, 1893, nouvelle série, t. L, p. 193 et suiv.; et ROUSSELOT : *Loc. cit.*, p. 138.

elle est fermée par un obturateur automatique électrique *m*. Derrière, est placé un tambour T, revêtu de papier sensible, qui se déroule perpendiculairement à la fente. La mise au point se fait sur un verre dépoli que l'on substitue au tambour. »

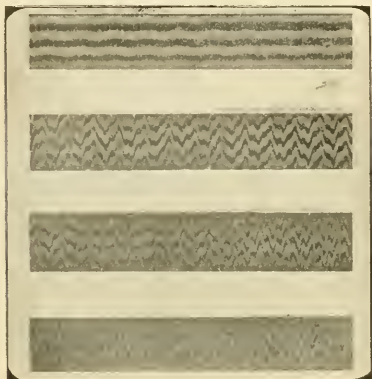


Fig. 23. — Images de voyelles données par l'appareil de Rops.

Pour obtenir la figure des voyelles (fig. 23), il est nécessaire de les chanter d'une voix forte. Encore n'a-t-on pu avoir d'images nettes que pour *a*, *o*, ou (*u*) ; les voyelles *e*, *i*, *u* (*ü*) sont restées indistinctes.

Cette méthode semble atteindre l'idéal de la

précision ; elle exclut, en effet, tout organe matériel vibrant, membrane ou style, capable d'altérer par son inertie la forme des courbes inscrites.

Malheureusement, l'absence de finesse du trait ne permet pas d'apprécier les inflexions délicates de la courbe tracée. Toutefois, à titre de contrôle des divers instruments inscripteurs, cette méthode peut rendre de grands services.

Tels sont les divers moyens que les physiciens et les physiologistes ont employés pour analyser le timbre des voyelles. De progrès en progrès, ces méthodes sont arrivées bien près de la perfection. Plusieurs auteurs ont soumis les courbes des voyelles à l'analyse mathématique, ainsi qu'on le verra plus loin.

Une méthode nouvelle basée sur l'emploi du phonographe a suscité de nouvelles recherches. Le merveilleux instrument d'Edison, en restituant fidèlement les sons de la voix humaine, montre qu'il a gardé la trace de ses inflexions les plus délicates. Etudier les empreintes que porte le cylindre de cire, semblait le procédé le plus logique pour retrouver la trace de toutes les vibrations aériennes qui avaient produit ces empreintes.

Aussi, après les *méthodes directes* d'inscription des sons de la voix, aurons-nous à décrire les *méthodes indirectes* basées sur l'emploi du phonographe.

J. Marey,

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

LES PROGRÈS RÉCENTS DE L'ÉCLAIRAGE PAR LES FLAMMES¹

« Je ne vois guère d'invention plus utile que celle d'une chandelle brûlant sans être mouchée », écrivait Goethe au siècle dernier. Nous sommes aujourd'hui plus exigeants, et les « chandelles » n'auraient plus guère de succès, n'eussent-elles plus besoin d'être mouchées. Le temps nous paraît loin où, le soir arrivé, chacun s'enfermait chez soi, osant à peine s'aventurer dans les rues que disputaient péniblement aux ténèbres quelques misérables flammes vacillant au vent. Le gaz et l'électricité rivalisent maintenant à qui illuminera avec le plus d'éclat nos voies publiques et nos maisons. Pendant de longues années, le gaz avait régné en maître, sans grand perfectionnement d'ailleurs ; mais, sous l'aiguillon de la concurrence, il dut pro-

gresser pour conserver sa place. C'est, en effet, à partir de l'époque à laquelle la lumière électrique entra dans la pratique que l'on commença à améliorer et la fabrication du gaz et son utilisation. Sans entrer dans le détail, je rappellerai seulement qu'après avoir remplacé le chauffage des cornues au charbon par le chauffage au gaz suivant les procédés de Siemens, on put substituer aux cornues horizontales les cornues inclinées : la manœuvre en fut notablement simplifiée. D'autres perfectionnements secondaires permirent une purification plus parfaite du gaz et une utilisation plus complète des sous-produits : coke, goudron, composés ammoniacaux et composés cyanés.

Vers 1860, les conditions de vente étaient assez favorables pour que, dans quelques régions de la Westphalie et de la Silésie, il se créât des usines dont l'objectif principal était la fabrication des sous-produits, le gaz servant seulement au chauffage des foyers. Auparavant, on recueillait la benzine, le

¹ Cet article est le résumé d'une communication parue dans les *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, tome XXXI, n° 1 ; nous remercions ici M. Marcel Lamotte, préparateur au Laboratoire de l'Enseignement de la Physique à la Sorbonne, d'avoir bien voulu adapter, pour les lecteurs de la Revue, l'intéressant article de M. Bunte.

principal agent éclairant, en lavant le gaz dans l'huile. Des quantités énormes de benzine (on en obtenait ainsi dix fois plus environ qu'en traitant les goudrons) furent jetées sur le marché, et le prix en descendit à 30 francs les 100 kilos, malgré la consommation provoquée par la fabrication des couleurs d'aniline. Dans ces conditions, il était avantageux d'employer cette benzine à l'enrichissement du gaz destiné à l'éclairage, au lieu du boghead et du cannel-coal, dont le prix était beaucoup plus élevé. Ces procédés, dits de carburation du gaz, réalisaient à la fois un abaissement du prix de revient et une amélioration des qualités éclairantes.

En Amérique, on emploie au même usage les résidus légers et lourds de la distillation des pétroles d'éclairage : un grand nombre de villes sont éclairées par du gaz à l'eau, ainsi carburé par les vapeurs des huiles de pétrole et de leurs produits de décomposition.

Ces divers perfectionnements se rapportent à la fabrication même du gaz, et on cherche ainsi à en augmenter le pouvoir éclairant en introduisant dans la flamme des particules de charbon solides, dont l'incandescence constitue l'éclat de la flamme d'après la théorie de Davy. On poursuit aussi le même but, en cherchant à élever la température de combustion. A cette fin, F. Siemens appliqua aux bacs de gaz le principe de ses régénérateurs de chaleur, qui lui avaient fourni de si brillants résultats dans le chauffage industriel, et les flammes de gaz purent soutenir alors la comparaison avec les lampes à arc qui venaient de faire leur entrée dans l'usage courant. Mais bientôt le gaz vit surgir un concurrent plus redoutable dans la lampe à incandescence d'Edison, qui, avec d'autres qualités, présentait ce sérieux avantage de pouvoir être multipliée dans un espace fermé, sans donner la chaleur et les produits de combustion qu'engendre la flamme du gaz.

I

La cause du gaz semblait perdue, et beaucoup prétendaient déjà le bannir du domaine de l'éclairage pour le confiner dans celui du chauffage. Mais la découverte du Dr Auer von Welsbach, de Vienne, vint changer la face des choses. En 1883, la presse quotidienne annonça l'invention, en termes assez vagues, d'une lampe à incandescence par le gaz. On sut seulement qu'il s'agissait d'une lampe constituée par un bec Bunsen, dans lequel était porté à l'incandescence un manchon ou squelette léger de cendres renfermant des métaux rares : cérium, lanthane, didyme, thorium, zirconium. Le succès fut énorme; mais on se demanda bientôt ce qu'il durerait : car, où trouver en quantité suffisante

ces terres justement dénommées rares, à peine connues jusqu'alors par quelques échantillons minéralogiques dans les collections assez riches pour les payer au poids de l'or? La nécessité fit ouvrir les yeux : bientôt les prospecteurs des sociétés Auer découvrirent dans les terrains aurifères de l'Oural, du Brésil, de l'Australie, de l'Amérique du Nord, des masses énormes de monazite, l'un des principaux minéraux des terres rares. Ces sables denses, déposés en sédiments à côté de l'or, dont ils ont la couleur, avaient été remarqués par les chercheurs d'or, mais dédaignés par eux comme sans valeur. A l'étonnement du monde scientifique, se créa une industrie des terres rares, et des produits dont la préparation était considérée naguère encore comme l'un des problèmes les plus difficiles de la Chimie se vendirent au kilo, à des prix relativement peu élevés.

Le succès suscita beaucoup d'imitations plus ou moins réussies. Actuellement d'ailleurs, tous les manchons utilisables présentent à peu près la même composition : de l'oxyde de thorium, une petite quantité d'oxyde de cérium et des traces d'autres matières sans importance.

Tout d'abord, on ne se préoccupa guère de l'explication théorique des propriétés des manchons dans l'ardeur avec laquelle on courait aux résultats pratiques immédiats. On se contentait d'attribuer aux terres rares un pouvoir émissif considérable, ce qui, du reste, n'est qu'une constatation du fait et n'explique rien du tout. Lewes invoque le passage des éléments du manchon de l'état amorphe à l'état cristallin; Drossbach, une résonance particulière des terres rares pour les ondes lumineuses, explications peu satisfaisantes.

Dès le début, on avait remarqué toutefois que ce pouvoir émissif intense est le privilège de certains mélanges des terres, ce qu'Auer appelle, dans son brevet, « alliages de terres » (Erdlegierungen). Mais on n'en est pas plus avancé et l'hypothèse d'une action catalytique du manchon, proposée par Killing, exige aussi qu'on admette un pouvoir émissif particulier à ces terres rares.

Dans la séance de la Société chimique allemande du 13 avril 1896, j'ai exprimé l'opinion que le grand éclat des manchons provenait uniquement de la température élevée à laquelle ils se trouvent portés. Avant de décrire les expériences qui viennent à l'appui de cette opinion, je veux rappeler rapidement comment on prépare les manchons.

Le tissu de tulle soigneusement nettoyé est imprégné d'une solution de nitrates de thorium et de cérium en proportions telles qu'après l'incinération le résidu renferme 98 à 99 centièmes de thorium contre 1 à 2 centièmes de cérium. Le tissu

est séché, tendu sur un cylindre de bois et attaché ensuite à un fil de fer. Si l'on chauffe la partie supérieure du manchon dans la flamme d'un bec Bunsen, il devient incandescent dans toute sa masse, et on obtient un squelette de cendres qu'on modèle et qu'on durcit dans la flamme du chalumeau.

Contrairement à ce qu'on croirait d'abord, un manchon au thorium pur ne donne qu'une lumière bleu-blafard, et un manchon au cérium pur, une lumière rougeâtre pâle : 2 bougies dans le premier cas, 7 à 8 dans le second pour une consommation de 100 litres de gaz à l'heure, tandis que le mélange dans les proportions ci-dessus donne 60, 70 et même 80 bougies.

insignifiantes : ce n'est donc pas par le pouvoir émissif qu'on peut expliquer l'éclat des manchons.

Les actions catalytiques provoquées par le manchon ont été observées par Killing. Si on éteint un bec Auer et qu'on rouvre quelques instants après le robinet d'admission du gaz, le bec se rallume. En réalité, comme le montrent des expériences plus complètes, l'action catalytique est exercée seulement par l'oxyde de cérium. L'oxyde de thorium n'exerce aucune action de ce genre, et le mélange tonnant oxyhydrique commence à se combiner vers 650° seulement, en présence de l'oxyde de thorium comme en présence d'une matière inerte telle que la silice : au contact de l'oxyde de cérium,

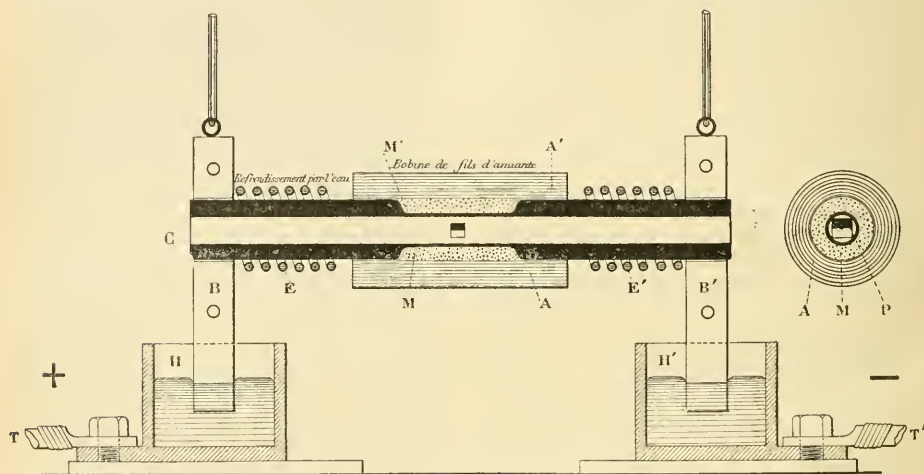


Fig. 1. — Four électrique servant au chauffage des terres rares pour la mesure de leur pouvoir émissif. — C, tube en charbon ; M M', magnésie en poudre ; A A', feuilles de carton d'amiante superposées ; E E, serpentins parcourus par un courant d'eau froide ; P, prismes de magnésie portant la matière à essayer ; T T', conducteurs amenant le courant électrique au tube par les godets de mercure II II' et les barres B B'.

Pour vérifier si l'alliage de terres possède réellement un pouvoir émissif spécial, j'ai comparé son pouvoir émissif avec celui d'autres substances connues, comme le charbon, la magnésie, etc., dans des conditions expérimentales où toute combustion était écartée.

Les matières à examiner sont appliquées sur de petits prismes carrés de magnésie P (fig. 1), qui sont assemblés avec d'autres prismes de même forme en magnésie ou en charbon de lampe à arc ; les bases antérieures adjacentes présentent, côté à côté, les matières à comparer. L'ensemble est chauffé dans un four électrique, jusqu'à une température dépassant 2.000°.

Or, entre le charbon, la magnésie, l'oxyde de thorium, l'oxyde de cérium et l'alliage d'Auer, on ne constate que des différences de pouvoir émissif

la combinaison commence au contraire à 350°.

Il est donc légitime d'admettre que l'oxyde de cérium exerce la même influence dans la flamme du gaz et que sa présence provoque une combinaison active de l'hydrogène et de l'oxygène et, par suite, une élévation de température très considérable, par laquelle il est lui-même porté à une vive incandescence.

Cependant, nous l'avons dit, un manchon en oxyde de cérium pur n'émet qu'une lumière très faible : il paraît y avoir là contradiction. Il est aisé de la faire disparaître et, pour ce faire, voyons ce qui se passe avec le platine, lequel est doué aussi de propriétés catalytiques énergiques.

Prenons un manchon en toile de platine, qui présente la même forme que le manchon d'Auer, et portons-le dans la flamme d'un bec Bunsen : il

devient à peine incandescent et n'émet que peu de lumière; la température, même aux points où elle est le plus élevée, reste fort au-dessous du point de fusion du platine. Au contraire, un fil de platine très fin porté dans la même flamme, fondra en quelques points. La raison en est évidente : par suite de l'étroite section du fil, la chaleur se répand lentement par conductibilité et le fil peut être porté à la température maxima de la flamme, tandis que dans un fil plus gros ou dans le manchon, la chaleur se dissipe tout de suite sur l'étendue entière du métal et lui communique une température moyenne médiocrement élevée.

Si donc on parvenait à disséminer la substance catalytique (platine ou cérium) sur un corps mauvais conducteur de la chaleur, il est à peu près certain que l'émission lumineuse correspondrait, dans ces conditions, à la température maxima de la flamme. Ce rôle de support mauvais conducteur est précisément rempli, dans le manchon Auer, par l'oxyde de thorium qui, pendant l'incinération, se forme, par la décomposition du nitrate, en une masse boursouflée, constituée par des filaments extrêmement fins. Au contraire, l'oxyde de cérium, également obtenu par la décomposition du nitrate, se présente sous une forme très peu poreuse. Que va-t-il donc se passer pendant la décomposition du mélange de nitrates, tel qu'il est employé dans la préparation des manchons Auer? Les particules d'oxyde de cérium vont se trouver réparties sur des milliards de filaments d'oxyde de thorium. Quand le manchon sera porté dans la flamme du bec Bunsen, ces particules d'oxyde de cérium atteindront une température bien supérieure à la température moyenne de la flamme et qui dépassera de beaucoup 2.000°; l'éclat de ces particules deviendra donc extrêmement grand, car il croît à peu près comme la 5^e puissance de la température.

On sera tenté d'objecter tout d'abord à cette explication que la masse de l'oxyde de cérium, formant environ 1 % du poids du manchon, est bien faible. Mais il est aisé de voir que le fait n'est pas du tout improbable, si on le compare à ce qui se passe dans les flammes de gaz ordinaires.

D'après Davy, l'éclat des flammes de gaz est dû aux particules de charbon, qui, produites par la décomposition du gaz, se trouvent portées à l'incandescence. Admettons que la totalité du charbon renfermé dans la benzine, la moitié de celui renfermé dans l'éthylène, qui constituent les portions éclairantes du gaz, soient mises en liberté. Un litre de gaz de bonne qualité fournira alors 5 milligrammes de charbon environ. Le volume d'une flamme brûlant 150 litres à l'heure et donnant un éclairage de 20 bougies, est d'environ 2 centimètres cubes; elle renferme donc quelque

chose comme 0^{me},1 de charbon, et cette quantité minime portée au blanc suffit à produire l'éclairage. Or, la quantité d'oxyde de cérium dans le manchon Auer est d'environ 4 milligrammes, soit quarante fois plus grande que la quantité de charbon, à l'état libre, dans une flamme de bec papillon.

L'oxyde de thorium n'a aucun rôle direct dans l'éclairage, pas plus que l'hydrogène, le formène, ou l'oxyde de carbone, qui forment 95 % du gaz de l'éclairage. Son rôle est uniquement celui d'un support très divisé, permettant de disséminer dans la flamme les particules d'oxyde de cérium en les isolant au point de vue calorifique. Si l'oxyde de thorium exerçait les mêmes actions catalytiques que l'oxyde de cérium, la combustion s'étendrait sur toute la surface et l'élévation de température locale n'existerait plus : l'éclat diminuerait, comme le prouvent les expériences faites avec les manchons d'oxyde de cérium pur. Un à deux centièmes d'oxyde de cérium dans le manchon sont suffisants; une quantité plus grande ne peut être qu'inutile ou nuisible.

Avec le temps, le pouvoir éclairant du manchon diminue : cette diminution s'explique facilement d'après ce qui précède, tant par la destruction d'une partie des filaments de thorium que par le dépôt sur le manchon de poussières qui en accroissent la conductibilité calorifique.

Si tel est le rôle des oxydes de thorium et de cérium, ne serait-il pas possible de substituer à ces substances rares et coûteuses des substances plus faciles à se procurer? Il n'y a pas certes d'impossibilité absolue, mais le choix est nécessairement fort restreint. Nous ne connaissons, en effet, au moins à l'époque actuelle, qu'un petit nombre de substances, réfractaires aux plus hautes températures des flammes, qu'on puisse obtenir facilement sous forme de filaments à la fois suffisamment fins et suffisamment solides.

Puisque l'élévation de température est la cause principale du pouvoir éclairant, tout ce qui la favorisera augmentera ce pouvoir éclairant. Or, parmi les facteurs qui concourent à l'élévation de la température d'une flamme, vient en première ligne une alimentation d'air suffisante. Dans le cas particulier qui nous occupe, il faut que la combustion soit complète dans la zone où se trouve le manchon. Or, la quantité d'air appelée par le gaz dans la flamme d'un bec Bunsen, n'est guère que la moitié de la quantité que nécessiterait une combustion complète : il faut donc que de l'air afflue aussi des régions environnant la flamme vers l'intérieur de cette flamme. Avec les manchons primitifs, fermés à la partie supérieure, cet afflux d'air est contrarié par les courants des gaz provenant de la combustion, qui sont forcés de suivre les mêmes directions,

mais en sens inverse. Aussi obtient-on de meilleurs résultats en laissant le manchon ouvert par en haut, ce qui permet aux gaz de la combustion de s'échapper de ce côté.

Enfin, en substituant aux cylindres de verre anciens les nouveaux verres de Schott et Cie, d'éna, qui présentent à la hauteur de la base de la flamme une série d'ouvertures, on facilite l'afflux de l'air, la combustion est activée et le pouvoir éclairant augmenté d'autant.

Le même but est atteint par l'emploi d'air et de gaz comprimés, soit séparément, soit dans des mélanges faits à l'avance, comme dans les brûleurs Bandsept, par exemple.

Il va de soi que la lumière par incandescence n'exige pas l'usage du gaz de l'éclairage : le gaz

ou la vapeur combustibles n'ayant d'ailleurs aucun besoin d'être lumineux par eux-mêmes, le gaz à l'eau, la vapeur d'alcool, de pétrole, peuvent remplacer le gaz de l'éclairage et sont entrés effectivement dans l'usage.

11

Je ne puis pas quitter le sujet sans dire quelques mots des derniers nés de l'art de l'éclairage, rejetons pleins de promesses issus de l'union de la Chimie avec l'Électrotechnique : je veux dire le carbure de calcium et l'acétylène. L'Américain Wilson a appliqué, il y a trois ans environ, les procédés de Moissan à la fabrication industrielle du carbure de calcium et lancé, dans l'éclairage, le gaz acétylène obtenu en décomposant ce carbure par l'eau. Le gaz acétylène est, pour ainsi dire, le prototype d'un gaz de l'éclairage, et même on a attribué souvent le pouvoir éclairant de toutes les flammes de carbures d'hydrogène à la formation préalable d'acétylène. C'est un gaz presque élémentaire, renfermant en poids 92,5 % de carbone et 7,5 % d'hydrogène. Sous le même volume, il possède un pouvoir éclairant à peu près quatorze fois plus grand que le gaz ordinaire de la houille et une puissance calorifique environ double. Il s'enflamme à 480°, température

plus basse que le point d'inflammation de tous les autres gaz ; à 700°, il se dissocie déjà en carbone et hydrogène, et sa combustion dans l'air est susceptible de produire une température maxima de 2.420°, plus élevée par conséquent que dans le cas de tout autre gaz. Ces circonstances concourent à donner à la flamme de l'acétylène une puissance lumineuse hors de pair.

Cependant ces avantages ne laissent pas d'être contrebalancés par certains inconvénients. On avait accusé d'abord l'acétylène d'être toxique, mais sans preuves suffisantes, et, en somme, l'acétylène pur compte au nombre des gaz relativement inoffensifs. Malheureusement, on ne saurait en dire autant des dangers d'explosion que présentent les mélanges d'air et d'acétylène. On a bien allégué

que le gaz ordinaire constitue également avec l'air des mélanges explosifs, sans que l'usage en soit le moins du monde restreint. Mais un coup d'œil jeté sur la figure 2 montre immédiatement qu'il n'est pas légitime de comparer les deux gaz aussi rapidement. On voit, en effet, que seuls les

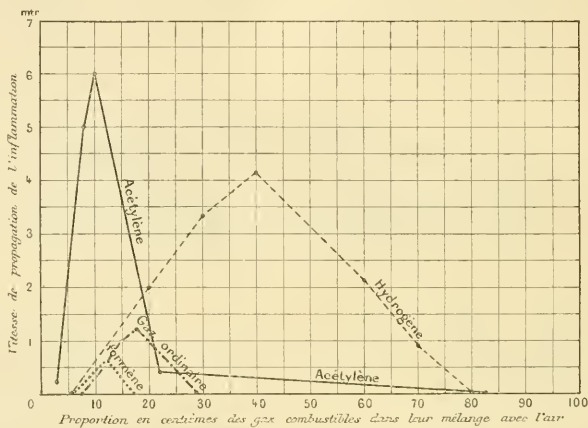


Fig. 2. — Mélanges explosifs des gaz combustibles avec l'air.

mélanges renfermant entre 7 % et 30 % de gaz ordinaire sont susceptibles de faire explosion ; la même propriété appartient aux mélanges d'air et d'acétylène en toutes proportions, exception faite pour les mélanges extrêmes qui renferment moins de 5 % ou plus de 80 % d'acétylène. En outre, par suite de la densité considérable de ce dernier gaz et de la lenteur avec laquelle il se diffuse, il y a beaucoup moins de chances pour qu'un mélange uniforme se produise et que le gaz acétylène se diffuse assez pour devenir sans danger. Ajoutons à cela que l'inflammation se fait à une température plus basse et se propage avec une vitesse beaucoup plus grande, et nous serons forcés de conclure que le danger d'explosion est bien plus grand avec l'acétylène.

Cependant, l'explosion ne se propage plus dans les tubes dont le diamètre est inférieur à 0^m^m,3 et même les mélanges les plus explosifs, tels qu'ils

prennent naissance dans les appareils à dégagement, peuvent être allumés et brûlés sans danger à l'extrémité des becs usuels. Seulement, l'acétylène, même sans mélange d'air, a des tendances explosives quand il est comprimé sous une pression supérieure à deux atmosphères. Sa décomposition : $C_2H_2 = C + H_2$ se fait, en effet, avec un dégagement de chaleur considérable. Aussi a-t-on abandonné l'usage de l'acétylène liquéfié, d'autant plus que le carbure de calcium renferme pour ainsi dire le gaz sous une forme plus condensée, car un kilo de carbure ayant un volume de 0,43 litre renferme environ 300 litres de gaz, qui, liquéfiés, occuperaient encore un volume à peu près double de celui du carbure.

La décomposition du carbure par l'eau dégage une quantité considérable de chaleur, qui peut être suffisante parfois pour provoquer l'inflammation du

pouvoir éclairant considérable de l'acétylène par unité de volume est un grand avantage dans un système d'éclairage transportable. Cependant, jusqu'à présent, on a renoncé à l'emploi de l'acétylène pur, d'une part, à cause des dangers d'explosion, d'autre part, par suite de la facilité avec laquelle les brûleurs s'obstruent, et on se sert actuellement d'un mélange de gaz lourd et d'acétylène.

C'est surtout sur les voitures de chemins de fer qu'un procédé commode et sûr de préparation de l'acétylène par le carbure de calcium et l'eau serait précieux. Cinq kilos de carbure, prenant environ deux à trois décimètres cubes d'espace, suffiraient à donner 2.000 bougies-heure : on disposerait donc d'un merveilleux accumulateur de lumière, bien supérieur à l'accumulateur électrique qui a été essayé à la même fin. Sous le même poids, le car-

TABLEAU I. — Développement de l'éclairage par les flammes.

	POUVOIR ÉCLAIRANT pour une consommation de 1 mètre cube par heure, en bougies	CONSUMMATION par bougie-heure	PRIX de 20 bougies par heure.	PRIX de la matière
Gaz ordinaire {	133	7,5 litres	3 centimes	20 centimes le mètre cube. 1 fr. 50 le m. cube
Bec papillon et bec Argand . . .	227	4,4	1,8	
Lampe à régénérateur de Siemens.	500	2,0	0,8	
Incandescence { Manchon ancien.	600	1,67	0,65	
par le gaz. { Manchon nouveau.	1000	1,0	0,40	
Acétylène	1543	0,65	2,0	
	33,3			
Pétrole	{ pour une consom- mation de 1 kilo par heure. }		1,9	30 cent. le kilo
Incandescence par l'alcool	333	3,0	2,2	38 cent. le kilo
	333			

gaz. De tous les appareils qui ont été proposés pour obtenir un dégagement régulier du gaz, aucun n'a apporté de solution complète. Les divers moyens essayés pour modérer la réaction par le mélange, à l'eau, d'alcool, de glycérine, etc., sont insuffisants, parce que la masse de gaz est toujours trop faible pour emporter avec soi la totalité de la chaleur dégagée. On a voulu aussi enlever cette chaleur en amenant sur le carbure un courant de gaz chargé de vapeur d'eau : ce gaz peut être du gaz lourd qui s'enrichit en acétylène.

L'un des meilleurs modes d'éclairage, appliqué aujourd'hui sur environ 76.000 voitures de voyageurs et sur 3.000 locomotives, emploie les gaz lourds, ou gaz de l'huile, de la maison Fintsch; des centaines de bouées lumineuses sont alimentées de même par un gaz lourd extrait de l'huile de paraffine et emmagasiné sous une pression de 6 à 10 atmosphères dans des réservoirs en fer forgé. Un mètre cube de ce gaz lourd fournit environ 250 bougies-heure contre 135 fournies par le gaz ordinaire et 1.350 par l'acétylène sous le même volume. Ce

bure recèle environ trente fois plus de lumière que le plomb des accumulateurs, avantage important dans tous les cas où on cherche à diminuer les poids morts à transporter.

III

J'ai réuni dans le tableau I les données de pouvoir éclairant et de prix relatives aux divers systèmes successivement imaginés.

Bien qu'on ait augmenté le rendement lumineux du gaz, bien qu'il ait à soutenir la concurrence de la lumière électrique, la production des usines à gaz est allée constamment en croissant, et surtout dans ces vingt dernières années.

L'électricité n'a donc pas tué le gaz, comme quelques-uns l'avaient prédit : le vieil éclairage par les flammes, l'éclairage chimique, n'a pas succombé, mais il est entré dans une ère de progrès qui ne paraît pas devoir se fermer de sitôt.

Hans. Bunte

Professeur de Chimie technologique
à l'École technique supérieure de Carlsruhe.

LE MOTEUR DIESEL

ET LE PERFECTIONNEMENT DES MOTEURS THERMIQUES

M. Rudolph Diesel, ingénieur à Munich, a publié, en 1893, une étude qui a été très remarquée sur la théorie et la construction d'un moteur « thermique rationnel, destiné à supplanter la machine à vapeur et les autres machines à feu connues aujourd'hui »¹. L'auteur de cet intéressant travail y présentait une théorie nouvelle de la combustion, à la lumière de laquelle il se proposait d'énoncer les conditions qu'il faut remplir pour obtenir d'une quantité donnée de chaleur la plus grande somme possible de travail. Passant de la théorie à la pratique, M. Diesel établissait le projet d'une machine, analogue en apparence aux moteurs à air et à gaz, mais qui en différait essentiellement, d'après lui, par le principe même qui l'avait inspirée. Il se faisait fort de démontrer que les moteurs à air chaud et à gaz tonnait étaient établis sur des bases fausses (*dass sowohl Feuerluft als Gasmotoren principiell falsch arbeiten*), et qu'il fallait renoncer à en tirer de meilleurs résultats que ceux qu'on avait obtenus, aussi longtemps qu'on persévérerait dans l'erreur originelle de leur concept.

C'était donc une révolution de la théorie ; il devait en résulter une évolution de la pratique, dont on escomptait par avance les brillants résultats.

Un premier essai de construction fut tenté dès l'année 1893, mais on n'aboutit à un résultat acceptable qu'en 1895 ; il fallut même attendre l'année 1897 pour mettre sur pied, d'une manière définitive, le moteur qui a été présenté au public. Des expériences furent alors faites par le savant professeur Schröter, en présence d'ingénieurs délégués par des maisons de construction désireuses de s'assurer le privilège d'exploitation de ce merveilleux moteur. Les résultats furent assez heureux pour que la fabrique de machines d'Augsbourg, la maison Krupp d'Essen, MM. Sulzer de Winterthur, Carels de Gand, Dickoff de Bar-le-Duc et d'autres encore aient formé un *consortium* dans le but de tirer parti de l'invention nouvelle et de réaliser les brillantes promesses de la théorie.

La machine Diesel a fait grand bruit dans le monde savant et industriel, et la plupart des revues et des journaux techniques lui ont consacré d'importants articles : on peut dire qu'elle a eu une bonne presse, car on a été à peu près unanime

dans l'éloge. Le rapport de M. Schröter a servi de base à toutes ces études. Une Commission française, composée de MM. Sauvage, Carié et Merceras s'est rendue à Augsbourg, et il est vraisemblable qu'elle a rédigé aussi un Rapport ; ce Rapport a dû être éminemment favorable, puisqu'il a eu pour conséquence la fondation d'une Société française de construction et d'exploitation.

Je ne crois pas qu'aucun moteur soit encore en service industriel en France ; en Allemagne même, on n'a construit jusqu'ici que des moteurs à pétrole. Mais les dessins de cette machine sont publiés et nous sommes assez documentés¹ par l'inventeur lui-même pour pouvoir étudier cette création et discuter ses chances d'avenir.

Notre examen portera successivement sur la théorie de M. Diesel, sur son application et sur les résultats obtenus.

I. — LA THÉORIE

Dès l'année 1831, Joule avait proposé de construire une machine à air, sans réfrigérant ni régénérateur de chaleur, composée d'un compresseur d'air, d'un réchauffeur et d'un cylindre moteur. Le foyer était extérieur dans le projet du grand physicien anglais ; c'était assurément la plus grave imperfection de ce moteur, dont le cycle présentait d'ailleurs de remarquables propriétés, que nous démontrerons tout à l'heure. Pour améliorer le rendement pratique de ce moteur, il n'y avait qu'à lui appliquer le perfectionnement indiqué déjà par Cayley en 1825, et à le pourvoir d'un foyer intérieur. C'est ce qui a été fait par Pascal, Belon, Shaw, Buckett, etc... Mais, au lieu d'employer un combustible solide, dont les cendres et les poussières rayaient les cylindres, on avait tout avantage à prendre un gaz combustible, qui supprimait tous ces inconvénients : sir William Siemens fit breveter cette brillante application des gazogènes en 1836, 1868, 1864, et plus tard encore en 1881. L'illustre ingénieur adaptait un régénérateur à ses machines, mais c'était un organe accessoire dans l'espèce, auquel on a attaché trop d'importance, à mon avis, au préjudice de l'attention qu'il convenait d'accorder au moteur-gazogène.

C'est donc sur Siemens qu'il faut reporter l'hon-

¹ *Theorie und Konstruktion eines rationellen Wärmemotors zum Ersatz der Dampfmaschine und der heute bekannten Verbrennungsmotoren*; Berlin. Julius Springer, 1893.

² Diesel's Rationeller Wärmemotor; zwei vorträge von R. Diesel und M. Schröter; *Zeitschrift der Vereine deutscher Ingenieure*, 1897.

neur de l'invention du moteur à gaz à combustion et haute compression.

L'idée a été reprise depuis et développée par Brayton, Simon, Foulis, Crowe, Hirsch, Gardie, Vermand, etc; elle n'a peut-être pas produit tout ce qu'on pouvait en attendre, mais la cause de cet insuccès relatif se trouve dans le merveilleux essor des moteurs à explosion, qu'Otto a si admirablement perfectionnés en 1876.

Le moteur à combustion n'est pourtant guère inférieur en théorie au moteur à explosion : je l'ai démontré, en 1883, dans mes *Etudes sur les moteurs à gaz tonnant*¹, et je demande à rappeler ici la théorie que j'ai donnée alors des moteurs à combustion.

Le cycle des moteurs à combustion est limité par deux parallèles à l'axe des volumes et par deux hyperboles adiabatiques. Dans une première phase d'opérations AB (fig. 1), le mélange de gaz et d'air,

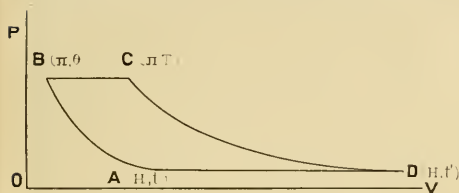


Fig. 1. — Cycles des moteurs à combustion.

pris à la pression atmosphérique H et à la température t , est comprimé adiabatiquement jusqu'à la pression π et à la température θ .

On a :

$$\frac{\theta}{t} = \left(\frac{\pi}{H} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}.$$

Le mélange passe ensuite sur un brûleur, au contact duquel il s'enflamme progressivement à pression constante, s'élevant ainsi de la température θ à la température T. La chaleur fournie le long de BC est égale à

$$Q_1 = C(T - \theta),$$

C étant la chaleur spécifique des gaz à pression constante.

Vient ensuite une détente adiabatique CD, ramenant la pression de π à H; la température t' , à la fin de cette détente, est donnée par la relation :

$$\frac{t'}{T} = \left(\frac{H}{\pi} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}.$$

Le cycle se ferme par une soustraction de calorifique Q_2 , sous pression constante, à la fin de

laquelle la température est de nouveau redevenue égale à t :

$$Q_2 = C(t' - t).$$

Le rendement théorique de ce cycle est facile à calculer d'après ces données :

$$\rho = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{C(T - \theta) - C(t' - t)}{C(T - \theta)} = 1 - \frac{t' - t}{T - \theta}.$$

Mais nous avons :

$$\frac{t'}{T} = \frac{t}{\theta} = \frac{t' - t}{T - \theta}.$$

Donc :

$$\rho = 1 - \frac{t}{\theta}.$$

Ce rendement est inférieur à celui du cycle de Carnot, qui nous donnerait, entre les températures extrêmes T et t , T étant évidemment plus grand que θ :

$$\rho' = 1 - \frac{t}{T}.$$

Toutefois, nous pouvons faire remarquer que T différera de θ d'autant peu que l'on voudra, ce qui fait qu'à la limite le rendement de notre cycle tendra à devenir égal au rendement maximum du cycle de Carnot; observons encore que ce rendement est indépendant en valeur absolue de T, qui ne figure pas dans notre formule. Disons aussi que le travail croît avec la valeur de T, donc avec la durée de la combustion.

Ces conditions sont éminemment favorables aux applications pratiques du cycle que nous venons de décrire. En effet, nous voyons d'abord que la puissance d'un moteur se règle aisément par la durée de la combustion et par la quantité de chaleur cédée dans la phase correspondante. Le rendement étant néanmoins indépendant de T, il sera le même à pleine et demi-charge, propriété précieuse à laquelle les praticiens attachent, avec raison, le plus grand prix. Un tel moteur pourrait avoir des dimensions relativement exiguës, attendu que l'aire du cycle devient facilement aussi grande que celle des moteurs à explosion. La douceur de sa marche serait d'ailleurs remarquable, vu que la pression reste constante, comme dans les machines à vapeur, durant toute la phase d'admission. Le cycle théorique est enfin aisément réalisable.

C'est la valeur de θ , et par conséquent le degré de compression, qui fait le rendement de ce cycle. Or, supposons que l'on puisse comprimer à 250 atmosphères; dans ce cas, nous aurions :

$$\theta = t \times (250)^{0,23} = t \times 3,56,$$

et

$$\rho = 1 - \frac{1}{3,56} = 0,719.$$

Ce rendement extraordinaire est le résultat de l'énorme compression supposée; il n'a pas d'autre cause.

¹ Annales de Chimie et de Physique, 5^e série, t. XXX.

Mais on pourrait se contenter d'une compression moindre; or, pour 35 atmosphères, on trouverait encore que p serait égal à 0,537.

Retenons ces chiffres et abordons maintenant l'étude du cycle de M. Diesel.

Ce savant s'est donné pour objectif d'améliorer encore le rendement du cycle des moteurs à combustion, et, pour cela, il a cherché à se rapprocher des conditions du cycle de Carnot en fournissant la calorique non plus à pression constante, mais à température constante; en d'autres termes, la ligne parallèle à l'axe des volumes est remplacée par une hyperbole isothermique. C'est ainsi que M. Diesel a été amené à formuler ce principe : *que le combustible doit être introduit dans le cycle graduellement, de façon à ce que la chaleur développée par la combustion se transforme en travail de détente au fur et à mesure de sa production*. Je reconnais que le principe est très rationnel, mais je suis forcé de dire qu'il n'est pas nouveau et que le fait ne l'est pas davantage, puisqu'ils correspondent l'un et l'autre à la définition même d'une détente isothermique.

La détente isothermique au contact du foyer a une autre conséquence : c'est que la température maximum du cycle doit être atteinte à la fin de la compression adiabatique constituant la première phase du cycle. M. Diesel trouve ainsi l'occasion de formuler un autre principe, qui est le suivant : *La température de combustion ne doit pas se produire par et pendant la combustion, mais avant elle et indépendamment d'elle, uniquement par une ignition mécanique*. Rien de bien nouveau non plus dans la première partie de cette formule, qui est aussi implicitement renfermée dans les conditions mêmes du cycle de Carnot.

Mais, du moment que la compression adiabatique développait la température maximum, il devenait impossible de soumettre un mélange tonnant à cette compression, car il eût fait explosion dans le cylindre compresseur. Il fallait donc ne comprimer ainsi que de l'air pur et y introduire le gaz combustible seulement après compression : la combustion de ce dernier s'opérait donc spontanément par ignition mécanique, donc sans allumage. Cette indication de l'introduction du combustible dans le cylindre moteur à la fin de la compression adiabatique, ayant pour effet un allumage spontané, constitue, pour moi, la plus grande originalité de l'invention de M. Diesel, et j'en la considère comme sa caractéristique principale.

Pour obtenir le rendement maximum du cycle de Carnot, il fallait encore prolonger la détente adiabatique jusqu'à la température initiale t et terminer la série des opérations par une compression isothermique à cette même température. Le cycle

réalisé est dès lors celui de la figure 2, sur lequel nous avons marqué les températures correspondant aux points A, B, C et D. C'est en somme tout simplement le cycle de Carnot, limité par deux isothermiques et deux adiabatiques, si toutefois on

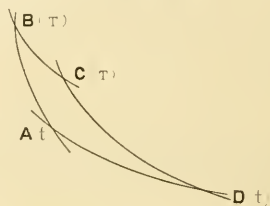


Fig. 2. — Cycle de Carnot idéal, qui donnerait un rendement maximum.

peut admettre la réalité de ces opérations successives adiabatiques et isothermiques dans un même cylindre et au contact d'une même paroi. Inutile de dire que le rendement de ce cycle serait maximum.

Mais on se heurtait à une grosse difficulté en voulant opérer de la manière que nous venons de dire. En effet, pour atteindre, par la seule compression adiabatique AB, la température T , capable d'enflammer spontanément le combustible à son introduction, il eût fallu développer une pression énorme, inadmissible en pratique, même pour M. Diesel, qui ne recule pourtant pas devant ces pressions : il l'a triomphalement démontré. On chercha à tourner cette difficulté; or, la première compression DA isothermique contribuait à élever la pression sans intervenir dans l'élévation de température; elle était donc, dans l'esprit de

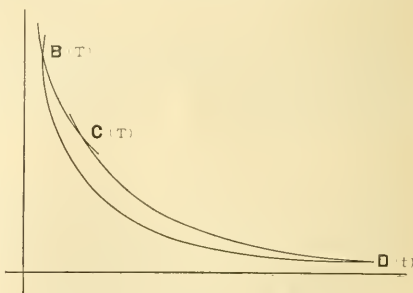


Fig. 3. — Cycle théorique de M. Diesel.

M. Diesel, nuisible d'une part et inutile de l'autre. On l'abandonna, et les deux temps DA et AB furent remplacés par une seule opération adiabatique.

Le cycle théorique Diesel est dès lors celui de la figure 3, de contour BCD, formé de deux adiabatiques CD et DB et d'une isothermique BC.

Son rendement n'est plus égal à celui de Carnot ; il est moindre, quoique encore très élevé. Le savant allemand l'a calculé et il a trouvé, pour une compression de 250 atmosphères, une valeur égale à 0,730.

C'est une valeur considérable dont on a fait grand bruit et qui a excité l'admiration de tous, admiration que je partage.

Mais j'ai cru devoir rappeler que les moteurs classiques à combustion et haute compression donneraient le même résultat à compression égale : nous avons en effet abouti à ce même rendement de 0,72, en admettant une compression à 250 atmosphères.

Le cycle de ces moteurs à combustion possède d'ailleurs tous les avantages de celui de M. Diesel, au point de vue de l'élasticité de la puissance, des combustions complètes, de la douceur de fonctionnement et de la réduction des dimensions.

En un mot, le cycle Diesel n'a aucune prééminence théorique sur le cycle des moteurs à combustion.

C'est la première conclusion que je voulais formuler. Voyons maintenant comment M. Diesel a appliqué ses idées théoriques, et ce qu'il en a tiré.

II. — LA PRATIQUE.

Les cycles se composent et se dessinent aisément ; est plus difficile de les exécuter.

M. Diesel avait prévu une compression d'air de 250 atmosphères ; il comptait employer du combustible solide finement pulvérisé ; son moteur devait avoir trois cylindres et marcher en compound.

En réalité, la machine qui a été mise en état en 1897 ne comprime qu'à 35 atmosphères, fonctionne au pétrole et n'a qu'un cylindre, dans lequel

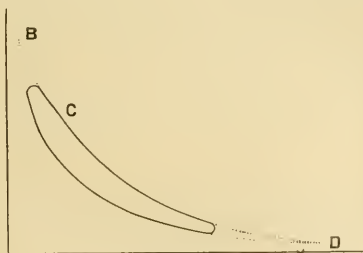


Fig. 4. — Cycle théorique de M. Diesel écourté.

se déroule la série des opérations constitutives de la marche à quatre temps.

Le cycle théorique a dû être écourté, comme le montre la figure 4 ; la figure 5 fait voir le diagramme relevé sur la machine du dernier modèle. Les déformations sont évidentes, et le rendement,

basé sur l'existence d'isothermiques et d'adiabatiques (qu'on ne réalise pas), se trouve nécessairement réduit. Il en est d'ailleurs ainsi dans toutes les machines.

Une exception est à relever néanmoins pour certains moteurs à combustion, et je renvoie à cet

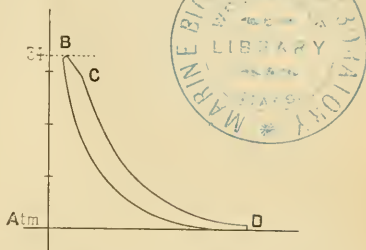


Fig. 5. — Diagramme relevé sur le dernier modèle du moteur Diesel.

égard à ce que j'ai dit dans mon *Traité des moteurs à gaz et à pétrole*¹ relativement au moteur Gardie, dont le diagramme correspond rigoureusement au tracé théorique du cycle. Il est vrai qu'on ne comprime dans ce moteur qu'à 8 kilos ; mais la courbe de l'indicateur se superpose d'une façon remarquable au tracé théorique ; nous avons cru devoir insister sur ce fait important.

Le moteur Diesel, sur lequel ont été faites les dernières expériences, est donc vertical et monocylindrique ; il fonctionne à quatre temps, la série des opérations étant la suivante :

- 1° Aspiration d'air dans le cylindre moteur pendant la descente du piston : c'est la première course ;
- 2° Compression brusque de l'air aspiré précédemment : le piston remonte et fait sa deuxième course ;

3° Le combustible est introduit dans le cylindre, et il y brûle graduellement, en refoulant le piston vers le bas : la troisième course est donc motrice, et c'est la seule, comme dans les moteurs Otto à explosion ; elle donne lieu à la double détente isothermique et adiabatique ; cette dernière commence dès que cesse l'injection de combustible ;

4° La quatrième course expulse les gaz brûlés hors du cylindre, sous la pression constante de l'atmosphère.

En résumé, nous avons un moteur à combustion et à quatre temps fonctionnant ainsi qu'il suit :

PREMIER TOUR.

- 1^{re} période : Course descendante ; aspiration d'air.
- 2^e — Course ascendante ; compression d'air.

¹ *Traité théorique et pratique des Moteurs à gaz et à pétrole*, t. II, p. 230 et suiv.

DEUXIÈME TOUR.

3^e période : Course descendante; injection et combustion; détente isothermique et adiabatique.

4^e — Course ascendante; décharge.

Au cylindre moteur est adjoint un petit compresseur d'air; l'air ainsi comprimé est remis dans un réservoir cylindrique en tôle, sous une pression légèrement supérieure à celle qui résulte de la période de compression dans le cylindre. Cet air est employé à entraîner le combustible dans le cylindre moteur; on l'utilise aussi pour opérer la mise en train de la machine.

La distribution est effectuée par des soupapes actionnées par des came; ces soupapes ne présentent rien de bien particulier, mais elles ont été construites avec tant d'art et de soins, qu'elles ont permis des compressions inouïes jusqu'ici, et complètement inespérées, car on n'avait pas encore dépassé 10 kilos de compression. M. Diesel a dû renoncer à son rêve de comprimer à 250 atmosphères, mais il a pu atteindre 33 atmosphères, et nous proclamons hautement le grand mérite qu'il a eu de le faire.

Un régulateur à force centrifuge fait varier, suivant les besoins du travail, la durée de l'injection du combustible, et, à cet égard, cette machine fonctionne comme une machine à vapeur, mais cet avantage appartient à tous les moteurs à combustion. Il ne faut donc pas se faire d'illusions sur ce point: M. Diesel avait été devancé dans cette voie.

Mais il a créé un type de moteur nouveau et réellement digne de notre attention, un type qui devra porter son nom; c'est un moteur à combustion à quatre temps, dans lequel il a réussi à développer des compressions considérées jusqu'à ce jour comme impossibles.

En somme, l'espoir théorique de remplacer le cycle irréalisable de Carnot par un cycle pratique de rendement maximum s'est évanoui, et la machine que nous voyons est moins originale que l'idée qui l'a fait naître. Mais le cycle réalisé est intéressant et la mise en service du moteur Diesel n'en constitue pas moins un événement notable dans l'industrie des moteurs à pétrole.

III. — LES RÉSULTATS.

L'arbre se reconnaît à ses fruits.

Un moteur de 20 chevaux, dont le cylindre mesure 0^m,250 de diamètre et 0^m,40 de course, fai-

sant environ 160 tours à la minute, alimenté de pétrole, a consommé 238 grammes de pétrole par cheval-heure effectif à pleine charge, et 278 grammes à demi-charge.

Ce résultat est vraiment remarquable.

Les moindres consommations relevées jusqu'ici étaient les suivantes :

Concours de Plymouth : Moteur Priestmann;	
8 chevaux.	385 grammes.
Concours de Meaux : Moteur Niel; 6 chevaux.	307 —
— — Moteur Grob; 7 chevaux.	271 —

M. Pétréano a revendiqué même une consommation de 250 grammes, dans un moteur de 4 chevaux.

La différence est notable, et elle devient plus grande quand on compare les consommations à demi-charge.

Le moteur Diesel est donc, sans contredit, le plus économique des moteurs à pétrole construits à ce jour.

Son rendement pratique est facile à calculer : le pouvoir calorifique moyen du pétrole étant de 11,015 calories, le cheval-heure effectif coûte 2,621 calories, ce qui équivaut à un rendement de 24,2 %.

Le meilleur rendement constaté au concours de Meaux avait été de 21,2 %. On peut donc dire qu'aucun autre moteur à pétrole n'avait encore donné un aussi beau rendement¹.

Le bénéfice est indiscutable; les grandes compressions pratiquées par M. Diesel auraient sans doute permis d'espérer mieux, mais il ne faut pas oublier que le moteur dont nous donnons les résultats est le premier de l'espèce; M. Diesel arrivera certainement à réduire encore ses consommations de pétrole.

Son exemple sera suivi, et les inventeurs reviendront aux moteurs à combustion, qui donnent de si beaux résultats quand on y exerce de fortes compressions préalables. Il y a longtemps qu'on le leur avait dit.

Aimé Witz,

Doyen de la Faculté libre
des Sciences de Lille.

¹ M. Schröter a annoncé un rendement de 26,2 % à pleine charge; mais il prend pour base de son calcul ce qu'il appelle le pouvoir calorifique *inférieur* du pétrole, c'est-à-dire vapeur d'eau non condensée. Cet artifice n'est pas admis en France, avec raison, car il est de nature à induire en erreur. C'est donc bien un rendement de 24,2 % qu'il faut attribuer au moteur Diesel.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bazin (H.). — *Etude d'une nouvelle formule pour calculer le débit des canaux découverts.* — 1 vol. in-8. Dunod et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1898.

Si l'on admet que le mouvement de l'eau dans un canal découvert s'opère, au moins dans le cas du régime uniforme, par filets parallèles, que les vitesses des divers filets sont peu différentes de la vitesse moyenne V , enfin que la résistance du lit est assimilable à un frottement dont l'intensité par unité de surface est proportionnelle au carré de la vitesse, l'écoulement est régi par la formule :

$$(1) \quad RI = AV^2,$$

exprimant que le frottement fait équilibre à la pesanteur, et dans laquelle R est le quotient $\frac{Q}{Z}$ de la section du courant par le périmètre mouillé, l la pente du canal et A une constante qui ne dépend que de la rugosité du lit.

En réalité, aucune de ces hypothèses n'est exacte : en particulier, le mouvement par filets parallèles est incompatible avec un frottement dont l'intensité serait une fonction de leur vitesse relative ; c'est une conséquence des lois de la distribution des vitesses dans la section du canal ; ces lois, découvertes expérimentalement par M. Bazin¹, établissent aussi que les vitesses périmétrales sont inégales entre elles et inférieures à la vitesse moyenne ; enfin, que le frottement virtuel auquel on peut symboliquement assimiler la résistance du lit n'est pas tout à fait proportionnel au carré de cette vitesse. Il est d'ailleurs démontré par un grand nombre de faits, dont l'établissement est dû surtout à Darcy et à M. Bazin, et l'interprétation à M. Boussinesq², que l'assimilation dont il s'agit n'est pas légitime, le phénomène de la résistance étant beaucoup plus complexe qu'un simple frottement et dépendant essentiellement de l'agitation tourbillonnaire due à la déviation des filets périmétraux par les inégalités des parois.

Les hydrauliciens n'en ont pas moins consacré la formule (1) pour exprimer les conditions de l'écoulement uniforme ; mais il est entendu que A représente, au lieu d'un constante, une fonction lentement variable des arguments R, l, V , d'un paramètre caractérisant la rugosité et peut-être même d'autres éléments du problème.

Jusqu'à ce jour, ces autres éléments n'ont pas été recherchés et on a exprimé A en fonction d'un coefficient de rugosité et d'une ou deux des trois quantités R, l, V ; il n'y a pas lieu de les y introduire toutes trois, car si l'on avait :

$$(2) \quad A = F(R, l, V),$$

en éliminant, par exemple, V entre les équations (1) et (2), on obtiendrait une équation pouvant s'écrire :

$$A = f(R, l),$$

Dans l'état actuel de la science, c'est à l'expérience seule qu'on peut demander la solution de ce problème.

¹ BAZIN : Recherches hydrauliques : 1^{re} partie *Savants étrangers*, XIX, 1865). — Discussion des expériences les plus récentes sur la distribution des vitesses dans un courant. (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1875).

² BOUSSINESQ : Essai sur la théorie des eaux courantes *Savants étrangers*, XXIII et XXIV, 1877).

Les expressions qu'on a proposées pour A sont très nombreuses ; nous citerons les suivantes :

$$A = a + \frac{b}{V} \quad (\text{Prony, Eytelwein, Girard, D'Aubuisson}) ;$$

$$A = aR^{-b} \quad (\text{Manning, Gauckler}) ;$$

$$A = aV^b \quad (\text{Saint-Venant}) ;$$

$$A = a + \frac{b}{R} \quad (\text{Darcy et Bazin}) ;$$

$$\sqrt{A} = a \frac{1 + \left(b + \frac{c}{l}\right) \frac{a}{V\sqrt{R}}}{1 + \left(b + \frac{c}{l}\right) a} \quad (\text{Ganguillet et Kutter}).$$

Ces diverses formules donnent des indications en général peu concordantes. Cela tient à ce que chacune d'elles traduit plus spécialement les mesures faites sur une catégorie déterminée de canaux. Toutefois, celle de Ganguillet et Kutter résulte de la compilation d'un très grand nombre de jaugeages ; pour ce motif, sans doute, elle est appliquée, malgré sa complication, dans une grande partie de l'Europe. Mais le choix des documents qui ont servi à l'établir n'a pas été guidé par une critique très sûre ; en particulier, certains débits du Mississippi figurant dans un travail d'ailleurs très remarquable et justement estimé, qui seuls ont motivé l'introduction inattendue de l'argument l dans l'expression de A , sont aujourd'hui considérés comme entachés de causes d'erreurs notables, dues à l'emploi d'un procédé de jaugeage trop imparfait³. La forme même de cette expression paraît peu admissible *a priori*, car selon que R est supérieur ou inférieur à la valeur particulière 1, la résistance du lit croîtrait ou décroîtrait avec la pente ; il y aurait là une véritable définition de la longueur absolue du mètre au moyen d'un phénomène naturel, ce qui ne laisse pas d'être fort invraisemblable.

Or, depuis une vingtaine d'années, les jaugeages précis se sont multipliés dans le monde entier, principalement sur les grands cours d'eau. Il a paru à M. Bazin que le moment était venu de chercher une formule concordant le mieux possible avec l'ensemble des faits établis tout en conservant la simplicité qui convient en pareille matière, dans l'état actuel de nos connaissances. L'illustre hydraulicien ne s'est pas borné à recueillir tous les documents de quelque importance relatifs à la question ; il a discuté en détail, avec sa compétence exceptionnelle et le profond sens critique qui est une de ses qualités maîtresses, la valeur de toutes les mesures faites par chaque expérimentateur. Cet examen approfondi a conduit M. Bazin à corriger les résultats d'un certain nombre de ces mesures (en particulier ceux des jaugeages du Mississippi, dont il vient d'être question), à en écarter complètement quelques autres, enfin à tenir compte de la valeur relative de celles qu'il a cru devoir conserver.

Ce travail préparatoire de correction, d'élimination et de classement une fois terminé, M. Bazin remarque que, dans un canal dont la section croît indéfiniment, la résistance doit tendre à devenir indépendante de la nature des parois ; il limite, en conséquence, ses recherches aux formes d'équation telles que, pour R infini, A soit indépendant de la rugosité. D'après cette

³ BAZIN : Etude comparative des formules nouvellement proposées pour calculer le débit des cours d'eau (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1871). — Notice sur l'emploi des doubles flotteurs pour la mesure des vitesses dans les grands cours d'eau (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1884).

condition et les résultats donnés par la comparaison de son ancienne formule avec les mesures faites sur les grands cours d'eau, M. Bazin est amené à essayer la formule nouvelle :

$$A = a \left(1 + \frac{b}{\sqrt{R}} \right),$$

dans laquelle a est une constante absolue, b un coefficient dépendant exclusivement de la rugosité du lit. Pour déterminer ces paramètres et vérifier l'accommodation des faits à ce type d'équation, M. Bazin représente graphiquement les résultats des jaugeages en prenant pour abscisses les valeurs de $\frac{1}{\sqrt{R}}$ et pour

ordonnées celles de \sqrt{X} : il constate que, pour chaque nature de parois, l'ensemble des mesures est représenté par une constellation de points s'écartant peu d'une certaine ligne droite, et que toutes les droites différentes ainsi obtenues se coupent en un même point de l'axe des y ; ces deux faits constituent la vérification cherchée. La constante, ordonnée à l'origine commune à ces diverses droites, a pour valeur 0,0115. Quant au paramètre b , coefficient angulaire de la droite correspondant à une nature (ou plutôt à une rugosité) déterminée des parois du lit, il prend les valeurs suivantes, calculées par M. Bazin pour les diverses catégories de parois que l'on rencontre dans les applications :

Catégorie No 1 : Parois très unies (ciment, bois raboté, etc.).	0,06
Catégorie No 2 : Parois unies (planches, briques, pierres de taille, etc.).	0,16
Catégorie No 3 : Parois en maçonnerie de moellons.	0,46
Catégorie intermédiaire, comprenant des parois de nature mixte, sections en terre très régulières, ou revêtues de perrés, etc.	0,83
Catégorie No 4 : Canaux en terre dans des conditions ordinaires.	1,30
Catégorie No 5 : Canaux en terre présentant une résistance exceptionnelle.	1,75

Il résulte de l'examen même des diagrammes que, la part de la rugosité a été faite par le choix convenable du coefficient b , et en ayant égard aux corrections dont nous avons parlé, on ne gagnerait rien en exactitude à faire entrer l'argument 1 dans l'expression de A . Les écarts qui subsistent entre la formule et l'expérience sont de l'ordre des variations qui existent nécessairement dans les valeurs de R , 1 , U , et du paramètre de rugosité, valeurs que la formule doit supposer constantes dans les sections successives du courant, pour une même expérience.

Résolue par rapport à la vitesse, l'équation prend la forme :

$$U = \frac{87 \sqrt{RI}}{1 + \frac{b}{\sqrt{R}}}.$$

Le débit d'un canal découvert se trouve ainsi exprimé avec le maximum de simplicité, et à la fois de précision, que comporte la nature de la question. On ne saurait donc douter que la nouvelle formule ne soit unanimement adoptée, dès son apparition, par les personnes compétentes du monde entier, et ne remplace, au grand profit des ingénieurs, les formules discordantes et quelquefois bizarres qui sont actuellement en usage dans divers pays. Ce sera un nouveau et signalé servicierendu par M. Bazin à la science hydraulique, qui lui doit déjà sa profonde transformation moderne et ses progrès les plus éclatants.

CH. RABET,

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,
Professeur de Mécanique appliquée
à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées.

Albrecht (Th.). — Bericht über den Stand der Erforschung der Breitenvariation im Dezember 1897. — (Publication du Bureau géodésique central international.) — 1 brochure in-4° de 36 pages avec 1 planche. Georg Reimer, éditeur. Berlin, 1898.

2° Sciences physiques

Kohlbrausch (F.). Directeur de l'Institut royal de Charlottenburg. — Leitfaden der praktischen Physik. — 8^e édition. 1 vol. in-8° de 492 pages. (Prix : 12 fr. 50.) B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1898.

Comme l'auteur nous l'explique dans sa préface, ce livre a été conçu à un quadruple point de vue :

1° Les élèves ne peuvent pas apprendre la science par le seul exposé que leur en fait le maître; au contraire, une simple manipulation la leur fait souvent mieux saisir que beaucoup de discours;

2° Il est une série d'opérations que les chimistes, les techniciens, les minéralogistes, les pharmaciens, les médecins doivent connaître, parce qu'elles se présentent journellement dans la pratique de leur métier; les meilleurs leçons ne peuvent leur en donner que les principes et là encore, entre les principes et l'application, il y a loin, et un intermédiaire pratique est nécessaire;

3° Ensuite, pour ceux qui se vouent entièrement à la Physique, il est besoin d'une préparation à la recherche expérimentale; il faut que les futurs physiciens s'accoutument au métier par des exercices appropriés;

4° Enfin, l'auteur a en vue la formation de préparateurs de Physique; par un choix étudié d'exercices faits avec des appareils d'enseignement, on évitera le danger de préparer des expériences qui n'ont aucun but utile et dégénèrent en amusement.

On voit que ce livre répondait à des besoins nombreux et cela nous explique en partie le succès qu'il a remporté en Allemagne; sa première édition date de 1869 et il en est aujourd'hui à sa huitième.

Cette dernière édition est au courant des récentes découvertes de la science et a été augmentée, en outre, d'une note sur le système de mesures absolues.

Granger (Albert). Professeur à l'Ecole d'application de la Manufacture de Sévres. — Contribution à l'étude des Phosphures métalliques. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 brochure in-8° de 92 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

Depuis quelques années, les thèses portant sur des sujets de Chimie minérale se font de plus en plus rares, bien que, dans l'enseignement officiel, cette partie de la science soit plus largement représentée que la Chimie organique. On sait qu'en Allemagne c'est juste l'inverse, et que, tout récemment encore, on a beaucoup insisté sur la nécessité de créer des enseignements spéciaux, des chaires de Chimie minérale.

Cette pénurie de recherches dans cet ordre d'idées nous fait craindre que, passant d'un excès à un autre, nous ne négligions peu à peu l'étude de la science minérale pour nous consacrer uniquement à celle des corps appartenant à la série organique. Ce serait là une erreur d'autant plus grave qu'avec les méthodes de recherches nouvelles s'ouvre une ère qui ne peut manquer d'être féconde en résultats originaux.

Si les combinaisons du phosphore avec les métalloïdes sont bien connues, il n'en est pas de même des combinaisons de cet élément avec les métaux. Cela tient aux difficultés nombreuses qu'on éprouve lorsqu'on cherche à préparer ces composés à l'état pur; l'on obtient en effet des corps, ou bien insolubles dans tous les réactifs, ou bien décomposables par eux, ou bien ne se formant que dans des limites très étroites de température. En ce qui concerne ces corps, nous ne nous trouvons pas, comme cela a lieu souvent en Chimie organique, en présence de procédés généraux pouvant s'appliquer, avec de légères variantes, à une série de substances homologues; pour chaque corps, il faut, pour ainsi dire, imaginer une nouvelle méthode de préparation et d'analyse, et c'est ce qui constitue le très grand mérite du travail de M. Granger.

Malgré les nombreux efforts des chimistes, l'on ne connaissait jusqu'alors avec certitude que les phosphures de zinc, d'étain, de cadmium et de fer. Quant aux

phosphures des autres métaux, l'on ne possédait sur eux que des données qui manquaient de concordance et qui parfois étaient même contradictoires.

M. Granger en a repris l'étude et a indiqué, avec le plus grand soin, les conditions exactes de préparation de tous les composés qu'il a pu obtenir, en insistant sur la meilleure à employer. Parmi les nombreux procédés essayés, ce sont ceux qui reposent sur l'action des combinaisons halogénées du phosphore sur les métaux et celle du phosphore sur les chlorures métalliques qui ont donné les résultats les plus satisfaisants.

Il a pu ainsi prouver l'existence de divers phosphures de platine et obtenir, à l'état cristallisé et défini, de nombreux phosphures de manganèse, de fer, de nickel, de cuivre, de mercure, d'argent, d'étain et d'or.

L'analyse de ces divers composés a été très délicate, et il a fallu toute l'habileté expérimentale de l'auteur pour arriver à vaincre les nombreuses difficultés du sujet.

A. HALLER.

Directeur de l'Institut Chimique de Nancy.

3° Sciences naturelles

Boutilly (J.), Inspecteur-adjoint des forêts. — Le Thé. Sa culture et sa manipulation. — 1 vol. in-8° de 108 pages avec figures. (Prix : 2 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs, Paris, 1898.

D'après *Ferguson's Ceylon Handbook*, on peut estimer à plus de 1 milliard 100 millions de livres anglaises, soit plus de 500 millions de kilos, la production du thé, pour la seule année 1895. La Chine à elle seule fournit les deux tiers de cette production totale, soit 740 millions de livres pour la même année 1895; mais comme sa consommation propre est estimée à environ 500 millions de livres, elle n'en exporte annuellement que 240 ou 250 millions; le reste est surtout fourni par l'Inde anglaise (138 millions), Ceylan (92 millions) et le Japon (50 millions), de sorte que l'exploitation totale des pays producteurs pour l'année 1895 s'élevait à 500 millions de livres environ, ou 230 millions de kilos. Sur cette quantité énorme, la France ne reçoit guère qu'un million et demi de kilos de thé, et sa consommation annuelle oscille entre 700 et 800.000 kilos. En 1896, cette importation a été exactement de 765.585 kilos au commerce spécial, dont 5.023 kilos seulement des colonies françaises. La consommation annuelle par habitant ne dépasse donc guère 20 grammes dans notre pays, alors qu'en Angleterre, elle s'est élevée, pour ces dernières années, à plus de 2 kil. 400 : 210 millions de livres pour 1895.

Malgré le chiffre si faible de la consommation française, nos colonies, loin d'y pouvoir entièrement, nous fournissent à peine quelques milliers de kilos. Bien mieux, l'Indo-Chine française est obligée de faire venir ce produit de la Chine, alors que la plante de thé existe et prospère sur de nombreux points de son territoire, en Cochinchine, en Annam et surtout au Tonkin. Il suffit d'ailleurs, pour s'en convaincre, de consulter le travail remarquable de M. Pierre sur la flore forestière de l'Indo-Chine.

M. Boutilly, inspecteur-adjoint des forêts, s'est proposé de reprendre à la Réunion la culture du thé qui avait déjà été introduite dans cette colonie par M. Perrotet en 1858, mais qu'on avait ensuite abandonnée. Pour cela, M. Boutilly a d'abord effectué un voyage à Ceylan, où les plantations de thé ont pris un développement exceptionnellement rapide depuis que l'invasion de *Hemilea vastatrix* a fait abandonner la culture du café. Les exportations, qui étaient de 23 livres anglaises en 1873, s'élevaient à 45.800.000 livres en 1890, et en 1897 elles atteignaient 100 millions de livres. Ces chiffres, plus que tout commentaire, montrent l'importance actuelle de la culture du thé à Ceylan, et M. Boutilly ne pouvait choisir de meilleur champ d'observations. Son travail est d'ailleurs très intéressant; la première partie, consacrée aux procédés de culture, contient des détails circonstanciés sur la taille, qui est une des opérations les plus importantes quand on veut

obtenir en même temps qualité et quantité. La deuxième partie, relative aux manipulations qu'il faut faire subir aux feuilles de thé avant de les livrer au commerce, est à la fois très claire et relativement sommaire; l'auteur décrit d'abord les procédés chinois et passe ensuite aux méthodes suivies à Ceylan. Les colons désireux de se livrer à la culture du thé trouveront là les indications nécessaires pour la préparation de leurs récoltes.

On doit féliciter l'auteur d'avoir su résumer en si peu de pages et sous une forme presque didactique des notions d'un intérêt si pratique. Ce petit livre constitue une œuvre d'autant plus utile que les jeunes gens auxquels tout le monde conseille aujourd'hui d'aller aux colonies ont besoin de s'instruire de ce qu'ils pourront y tenter. Il ne suffit pas d'engager quelqu'un dans une voie; encore faut-il lui préparer un peu cette voie et lui montrer où elle conduit. Les livres comme celui de M. Boutilly, malgré leur titre modeste, valent mieux à ce point de vue que toutes les vaines déclamations. Le colon aux prises avec l'imprévu d'une situation y trouvera des renseignements et des conseils utiles.

Le *Thé* de M. Boutilly constitue d'ailleurs un numéro d'une série de publications entreprise par MM. Carré et Naud; elle comprend déjà le *Cacao*, et sera bientôt continuée par le *Café*.

HENRI LECOMTE.

Professeur au Lycée St-Louis.

4° Sciences médicales

Chastin (Ph.), Médecin-adjoint de l'hospice de Bicêtre. — La Confusion mentale primitive. Stupidité. Démence aiguë. Stupeur primitive. — 1 vol. in-12 de 264 pages. (Prix : 5 fr.) Asselin et Houzeau, éditeurs, place de l'École-de-Médecine, Paris, 1898.

La confusion mentale primitive avait été reconnue par les aliénistes français de la première moitié de ce siècle, et par Delasiauve surtout, sous les noms de stupidité ou de démence aiguë, pour une affection distincte, ayant une individualité clinique définie et une évolution propre; à la suite de Baillarger, la plupart des médecins furent conduits à n'y voir plus qu'une forme particulière de la mélancolie, et lorsque Morel eut transformé toute la pathologie psychique par sa conception de la dégénérescence, l'attention se détourna de cette forme spéciale d'incoordination mentale, où l'on ne vit plus que l'un des multiples aspects que pouvaient revêtir les délires d'emblée des dégénérés. Ce sont les travaux des aliénistes allemands qui ont rendu à la confusion mentale la place qui lui appartenait légitimement dans la nosographie; elle fut dès lors communément rattachée au groupe des délires paranoïques, mais sans perdre pour cela son droit à être considérée comme une entité morbide distincte et sans que se soient effacées, dans les descriptions qui en ont été fournies, les traits caractéristiques qui lui confèrent une physionomie si spéciale. En Italie, en Angleterre, en France, on a suivi l'exemple de l'Allemagne, et tout un ensemble de mémoires et d'articles a été consacré à la confusion mentale et aux types pathologiques qui lui sont de plus près apparentés. M. Chastin, qui a personnellement publié plusieurs travaux sur cette maladie, a cru que l'heure était venue d'écrire un livre où serait mis au point ce que nous savons de ces affections, analogues à la démence, et que leur caractère aigu et leur fréquente corabilité en distinguent cependant.

Toute la première partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude historique des conceptions successives que l'on s'est faites de la confusion mentale en Allemagne et en France et à la critique rapide de ces conceptions. C'est dans Pinel que l'on trouve la première description de la confusion mentale, mais impartialement distinguée encore de l'idiotisme et de la démence; sous le nom de démence aiguë dans Esquirol, de stupidité chez Georget, cette affection, que caractérisent essentiellement l'incoordination et l'affaiblissement intellectuels, accompagnés ou non d'idées délirantes et d'hallucinations, prend une physionomie mieux définie, mais Baillarger

la réduit à n'être que l'une des formes de la mélancolie, et c'est en réaction contre cette tendance que Delasiauve publie son étude sur la stupidité; il établit nettement l'originalité de cette forme particulière d'aliénation mentale, dont il donne un tableau clinique auquel bien peu de traits ont pu être ajoutés, et il indique comment le diagnostic différentiel peut être fait entre cette entité morbide et la typhémie. Il la fait rentrer dans son vaste groupe des espèces stupides et insiste sur le caractère secondaire et dérivé des idées délirantes et des sentiments mélancoliques; ce qui est au premier plan, c'est la confusion et l'impuissance mentales. Il fait place, à côté de la stupidité vraie, à des demi-stupidités et à des stupidités légères, qui se réduisent à une sorte d'apathie intellectuelle et à une imparfaite cohérence des idées; une forme active de cette stupidité légère répond très exactement à la neurasthénie. Après Delasiauve, c'est à peine si quelques aliénistes, comme Dagonet et Achille Foville fils, ont donné place dans leurs classifications à la confusion mentale, et c'est seulement sous l'influence des travaux allemands qu'avec Séglas, Régis, Chaslin, Ballet, P. Janet, Hammon, elle a reconquis droit de cité en France.

La seconde partie est consacrée à l'étude clinique et psychologique de l'affection qui fait l'objet du livre. La caractéristique essentielle de la confusion mentale, et qui la différencie des autres maladies similaires, c'est son début ordinairement brusque, après une courte période d'incubation, marquée surtout par des troubles somatiques et par un sentiment de gêne, d'anxiété, d'irritation et d'apathie tout à la fois. Ce qui constitue le trait saillant de la maladie à sa période d'état, c'est le désordre, l'incohérence des idées, la perte de l'orientation au milieu des objets, des sensations et des souvenirs; le patient a un aspect ahuri et déprimé; il n'est d'ordinaire animé d'aucun sentiment vif, et son visage n'exprime guère que l'incertitude ou une certaine angoisse produite par la confusion même de sa pensée. Les mots se succèdent, associés par associations, sans relations étroites avec les idées, et des mouvements sans but se répètent automatiquement.

Le malade ne peut que très difficilement répondre aux questions qu'on lui pose, mais il se prête très volontiers à tous les interrogatoires, à l'inverse du mélancolique. Les souvenirs surgissent spontanément, dissemés les uns avec les autres, et peu à peu les images s'objectivent et se confondent avec les sensations; les hallucinations, les idées délirantes apparaissent. Les troubles somatiques, qui se ramènent tous ici à l'affaiblissement général, à la dénutrition, sont beaucoup plus marqués que dans aucune autre forme mentale; il y a souvent de la fièvre. Après guérison, il y a une perte partielle des souvenirs se rattachant à la maladie.

À côté de cette forme type, Chaslin fait place à d'autres formes de confusion mentale, les unes plus graves, les autres plus légères; c'est tout d'abord le délire de collapsus de Krapelin (confusion mentale suraiguë); le tableau clinique est celui de la manie aiguë avec plus d'incohérence encore, une perte beaucoup plus complète de l'orientation et de la conscience de soi, et des hallucinations plus fréquentes et plus multiples, avec surtout des désordres somatiques beaucoup plus accentués. L'amnésie par rapport à la période délirante est ici la règle.

Dans la démente aiguë, les phénomènes d'excitation intellectuelle sont beaucoup moins marqués. Ce qui domine ici, c'est l'obtusité mentale qui coïncide avec un certain degré d'excitation motrice. Lorsque l'agitation fait défaut, on est en présence de la forme stupide. Dans ce dernier type, il y a une diminution notable de toutes les modalités de la sensibilité. La dénutrition est considérable, on constate souvent de l'hypermotricité. Les perceptions se font mal, la faculté de raisonner est tout à fait abolie. Dans d'autres formes de confusion mentale (formes typhoidiques, méningitiques), les phénomènes somatiques viennent au premier plan: l'état du malade est celui d'un typhique ou d'un auto-intoxi-

qué; il y a d'ordinaire de la fièvre, mais elle peut être remplacée par de l'hypermotricité.

M. Chaslin décrit ou mentionne ensuite les confusions mentales symptomatiques qui se peuvent rencontrer dans la fièvre typhoïde, l'érysipèle, le rhumatisme cérébral, l'urémie, les polyneurites, les auto-intoxications, la rage, les affections cardiaques, l'alcoolisme, l'ergotisme, les méningites, les lésions cérébrales, la démence sénile, la paralysie générale, l'épilepsie, la neurasthénie, etc.; il consacre un paragraphe aux délires confus engendrés par le froid et l' inanition.

Meynert avait fait dériver la confusion mentale de troubles des processus d'association, résultant eux-mêmes d'un état de dénutrition de l'écorce, et qui produisaient à la fois la perte de la notion du monde et de la notion du moi. Les hallucinations, d'après lui, étaient engendrées par des excitations des centres sous-corticaux que les centres corticaux épuisés ne pouvaient réduire et dominer, et qui donnaient naissance dans la conscience à des images illusoires. Pour Ziehen, c'est à l'incohérence seule, à la perversion des associations qu'il faut recourir comme principe d'explication.

M. Chaslin fait intervenir à la fois pour rendre compte de cet état de confusion, indépendamment à l'origine de tout trouble hallucinatoire ou délirant, la difficulté et la perversion des associations; il est essentiellement constitué par un « affaiblissement des synthèses psychiques » à tous les degrés. C'est cet affaiblissement qui explique l'automatisme des images et des mouvements qui apparaît en certains cas, et l'atténuation des émotions, mais, contrairement à ce qui se passe dans l'hystérie, la désagrégation psychique atteint même les opérations et les mouvements automatiques; le ralentissement de toute l'activité mentale est le résultat naturel de ce processus de dissociation.

M. Chaslin étudie ensuite les confusions secondaires, celles, par exemple, qui résultent de l'accroissement en rapidité et en intensité du fonctionnement des centres de la parole ou de la production très rapide d'une foule d'idées disparates (manie, délire alcoolique, délire fébrile hallucinatoire). Le chapitre IV est consacré au diagnostic différentiel entre la confusion primitive idiopathique et ces formes mentales qui pourraient être confondues avec elle; la démence acquise c'est l'état somatique surtout qui sert ici de criterium, la paralysie générale, la mélancolie avec stupeur, les délirs « paranoïques ». Le pronostic (chapitre V) est, d'après M. Chaslin, assez sévère, bien que les cas de guérison, dans les formes aiguës surtout, ne soient pas rares. Dans l'étiologie, le rôle des conditions déprimantes, maladies fébriles répétées, accouchements multiples, privations, etc., est prépondérant; la prédisposition héréditaire semble aussi avoir une influence considérable; parmi les causes immédiates, l'une des plus habituelles, c'est l'état puerpéral. Quant à la maladie même, il semble que l'auto-intoxication y joue un rôle essentiel. L'anatomie pathologique n'apporte à la question que de très peu abondantes lumières; déjà Etoc-Demazy avait constaté en un certain nombre de cas de l'adème cérébral; d'autres neurologistes l'ont retrouvé après lui. Krapelin admet l'existence de lésions des cellules nerveuses et Rychlinski a constaté des lésions de la névroglie. Dans le chapitre VIII, Chaslin examine quelle est la place qu'il convient d'assigner à la confusion dans la classification des maladies mentales; ce qui ressort de la longue discussion à laquelle il se livre, c'est qu'elle appartient pour lui au groupe des folies non dégénératives; elle vient se ranger parmi les psychoses asthéniques de Krapelin. Dans le dernier chapitre, M. Chaslin indique l'importance prépondérante du traitement physique, qui doit être à la fois antiseptique et reconstituant. Le traitement moral doit consister à faire ressusciter chez le malade les images et les associations anciennes; un repos et un isolement complets sont nécessaires; l'internement est fâcheux, parce qu'il achève de dépayser et de désorienter le malade.

L. MARILLIER,
Agrégé de l'Université.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 Mai 1898.

M. O. Callandreau lit une notice nécrologique sur M. Souillart, correspondant pour la Section d'Astronomie.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Emile Picard communique quelques remarques relatives aux périodes des intégrales doubles et aux cycles à deux dimensions dans les surfaces algébriques. — M. C. Guichard étudie les surfaces minima et démontre les deux propositions suivantes : 1^{re} In réseau C du paraboloïde de révolution se projette sur le plan directeur parallèlement à un réseau isothermique. La perspective d'un réseau C du paraboloïde, faite du foyer sur une sphère ayant son centre au foyer, est la représentation sphérique d'une surface isothermique. — M. Martin Krause détermine les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce et indique leurs principales propriétés. — MM. Ch.-Ed. Guillaume et J. Pettavel décrivent un appareil permettant de remplacer, par une méthode mécanique facile et rapide, le procédé graphique long et fastidieux de Phillips, pour la détermination des courbes terminales des spiraux ¹. — M. Michel-Lévy communique de nouveaux renseignements sur le tremblement de terre du 6 mai.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. J.-B. Baillie et C. Féry décrivent une méthode nouvelle pour la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur. Elle consiste à maintenir un corps métallique immobile dans un champ magnétique tournant. On mesure d'une part l'échauffement de ce corps, d'autre part la quantité de travail absorbé. Le point important est la détermination exacte de la correction de refroidissement du corps. — M. E. Hardy relate des expériences de télégraphie acoustique sous-marine faites à Cherbourg; l'amplitude des vibrations étant très faible, on l'augmente au moyen de microphones à pivots, qui ont donné d'excellents résultats. — M. G. Flusin a étudié l'osmose des liquides à travers une membrane de caoutchouc vulcanisé. Les liquides se rangent dans l'ordre décroissant suivant, au point de vue de la vitesse d'osmose : sulfure de carbone, chloroforme, toluène, éther, benzène, xylène, essence de pétrole, etc. Si l'on mesure le volume de liquide absorbé par le caoutchouc, ces corps se classent suivant le même ordre. — M. Maillet décrit un appareil destiné à aérer l'eau distillée ou bouillie. — M. Mercier indique un moyen d'améliorer les clichés photographiques surexposés. Il suffit de les plonger dans une solution d'émétique, puis de les laisser sécher avant de développer. — M. Daniel Berthelot donne les résultats obtenus en calculant les poids atomiques des gaz au moyen des densités limites. La méthode rivalise de précision avec les méthodes chimiques dans les cas où celles-ci sont directes; elle l'emporte sur elles dans les cas où elles sont indirectes. — M. Marqfoy, répondant aux critiques de M. D. Berthelot, pense qu'il est impossible de déterminer les poids moléculaires avec le seul secours des densités, la loi d'Avogadro étant inexacte. — M. Albert Colson décrit un procédé graphique (modification de celui employé en Physique pour représenter les expériences d'Andrews) qui permet de grouper les divers cas de décomposition d'un sel par un acide ou par une base.

Toute représentation graphique se compose de trois régions essentielles : l'une de décomposition totale; la seconde de reconstitution totale; la troisième, qui les sépare, d'équilibres variables, représentant des états chimiques réversibles. — M. José Rodriguez Mourelto a étudié la phosphorescence produite par le mélange de deux substances actives ou d'un corps inerte avec deux substances actives; dans ce dernier cas, il faut au moins 2 1/2 % de chacune des substances actives. La couleur de la phosphorescence est intermédiaire entre les couleurs propres des substances employées; toutefois, la lueur verte du strontium domine généralement parce qu'elle est plus intense. — MM. H. Le Chatelier et O. Boudouard ont déterminé les limites d'inflammabilité des vapeurs organiques combustibles par les mêmes méthodes que celles des gaz. D'une façon générale, la limite d'inflammabilité du plus grand nombre des composés du carbone correspond à une chaleur de combustion voisine de 125 calories. — M. A. de Gramont indique quelles sont les lignes caractéristiques des éléments visibles dans sa nouvelle méthode d'analyse spectrale des minéraux par les sels fondus. Il signale ensuite les éléments trouvés dans un certain nombre de minéraux au moyen de cette méthode. — M. M. Berthelot a étudié l'oxydation du pyrogallol par l'oxygène libre en présence d'alcalis. Cette oxydation varie considérablement suivant la nature des alcalis mis en présence : potasse, soude, baryte, ammoniacque. Les produits d'une oxydation finale et prolongée sont : de l'eau, de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique, des traces d'acides volatils, une matière soluble dans l'eau, de formule probable $C^{22}H^{10}O^{16}$, dérivant par oxydation de 4 molécules de pyrogallol, et une matière soluble dans l'éther, de formule $(C^8H^6O)^n$, dérivant probablement de la précédente par une nouvelle oxydation. — M. G.-F. Joubert démontre que la safranine possède bien une formule symétrique; si la safranine répondait à la formule asymétrique préconisée par M. Nietzki, il serait impossible de la préparer en condensant la triméthylphénylméthaphénylénediamine avec la nitrosoaniline; avec le schéma symétrique, cette condensation doit avoir lieu avec la plus grande facilité, ce qui se vérifie expérimentalement. L'auteur a préparé la triméthylphénosafranine, qui teint le coton mordancé en rouge rubis, et la triméthylphénylphénosafranine, matière colorante rouge violacée. — M. A. Monneyrat, en faisant réagir le chlorure d'aluminium sur le chloral anhydre, a obtenu un mélange de perchloréthène $C_2Cl_4 = C_2Cl_2$ et de pentachloréthane $C_2Cl_5 = C_2Cl_3H$. Le pentachloréthane, sous l'influence du chlorure d'aluminium, se transforme lui-même en perchloréthène, en passant par un composé organométallique intermédiaire. Enfin, le pentachloréthane chauffé avec le chlorure d'aluminium et traversé par un courant de chlore, donne de l'hexachloréthane $C_2Cl_6 = C_2Cl_4$. — M. Léo Vignon a recherché la meilleure méthode de dosage de l'acide phosphorique dans les superphosphates. Il recommande de doser directement l'acide phosphorique soluble dans l'eau, ensemble l'acide phosphorique soluble à l'eau et au citrate, et par différence l'acide phosphorique soluble dans le citrate. — M. Ch. Lapierre montre que l'acidité des urines est surtout due aux phosphates monométalliques, et, pour une faible part seulement, aux acides de l'urine. L'acide phosphorique n'étant jamais complètement saturé par les alcalis en présence des indicateurs colorants, cette méthode de dosage de l'acidité doit être rejetée; de même les méthodes de MM. Lépinois et Joulie. La seule

¹ Voir dans ce même fascicule (p. 441 et 442) la description complète de cet intéressant appareil.

méthode exacte est celle de M. A. Gautier, basée sur l'alkalinisation préalable des urines, la précipitation des phosphates et des sels par BaCl_2 et la détermination de l'alkalinité résiduelle.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. J. Marey a appliqué la chronophotographie à l'étude des actes musculaires dans la locomotion. Pour cela, il emploie le dispositif suivant : il chronophotographie la série des attitudes prises par l'animal ; il le sacrifie ensuite et prépare son squelette ; il photographie, à la même échelle que l'animal, le squelette et ses diverses pièces. Il reporte sur les photographies de l'animal les photographies des os dans leur position exacte ; il retrouve ainsi la position des muscles et observe les variations de longueur de ces derniers sur la série des photographies. On peut ainsi se rendre compte de la façon dont les actions musculaires produisent le mouvement. Les premières expériences ont été faites sur le cheval. — M. Edmond Perrier montre que l'origine des Vertébrés doit être recherchée chez les Vers annelés, car les caractères essentiels communs à tous les premiers se retrouvent chez les seconds⁴. — M. E.-L. Bouvier décrit un péripate nouveau, le *Peripatus tuberculatus*, qui, par ses pattes très nombreuses et aplaties, par l'armature complexe de ses mâchoires, par les quatre papilles et par les cinq arceaux spinuleux de ses extrémités, présente des caractères plus primitifs qu'aucun autre péripate et se rapproche, par conséquent, davantage de la forme annélienne dont provient le groupe. — M. Maurice Nicloux, dans le but de déterminer si l'oxyde de carbone contenu normalement dans le sang provient de l'air ou est produit dans l'organisme même, a déterminé la proportion d'oxyde de carbone chez un chien vivant à la campagne et d'autres animaux vivant à Paris. La proportion est la même dans les deux cas. L'expérience, quoique prêtant à certaines critiques, est en faveur de la deuxième hypothèse. — M. E. Bodin a observé des parasites formant des termes de passage entre les Trichophytons et les Achorions. — MM. A. Lacroix et P. Gautier ont observé à Royat, sur le passage d'une ancienne fumarole volcanique, la production de remarquables cristallisations de silicates : biotite, labrador, andésine, pyroxène, augite, anorthose. — M. A. Gonnard et le Frère Adelphe ont trouvé de l'apatite dans des enclaves granulitiques situées dans les scories balsatiques du Chuquet-Genestoux (Puy-de-Dôme). Les cristallins ne sont pas déformés et se détachent aisément de leur enveloppe, quartz ou feldspath. Ils renferment de l'acide phosphorique, de la chaux, un peu de chlorure et un peu d'oxyde de fer, ce dernier provenant de la lave.

Séance du 31 Mai 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. Loewy et Puiseux présentent le troisième fascicule de l'« Atlas photographique de la Lune » et décrivent les sept planches qui le composent. Les unes représentent la Lune dans une phase voisine de la conjonction et offrent un relief intense ; les autres sont relatives à des régions nouvelles. — M. C. Guichard établit la proposition suivante : Les congruences L sont parallèles aux réseaux C des surfaces définies par l'équation :

$$Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + (Y_1 + iY_2)(Y_1 + iY_2 + mY_3) = 1;$$

par conséquent, la déformation de ces surfaces et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents. — M. Riquier étudie la forme que prend, par la suppression de certains termes, un développement en série entière. — M. Ader a construit un appareil d'aviation, ou avion, affectant la forme générale des ailes de la chauve-souris ; il est mu par deux machines à vapeur commandant chacune un propulseur ; le poids à charge complète atteint 500 kilos. L'auteur va procéder à des expériences avec cet appareil.

⁴ La Revue publiera, dans un prochain fascicule, un article où M. Ed. Perrier développera lui-même sa théorie.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. Ch. Fabry et A. Pérot décrivent une méthode de détermination du numéro d'ordre d'une frange d'ordre élevé produite entre deux surfaces argentées parallèles. La méthode repose sur l'emploi de plusieurs radiations monochromatiques convenablement choisies, dont les longueurs d'onde sont dans des rapports exactement connus, et sur l'observation des rapports des anneaux dus à ces radiations. — M. P. Villard a constaté que les rayons cathodiques, les rayons de Goldstein, et l'afflux cathodique paraissent formés aux dépens d'une matière possédant d'une manière constante la propriété de réduire certains oxydes métalliques, et cela indépendamment de son état électrique. Ce corps ne peut être que l'hydrogène. — M. Mitour adresse un mémoire sur la photographie à travers les corps opaques par les ondes électriques statiques unipolaires. — M. G. Baugé a obtenu, par l'action du carbonate de potassium sur le carbonate chromeux, un sel double de couleur jaune, bien cristallisé, de formule $(\text{CO}^+\text{K}^+, \text{CO}^+\text{Cr}^+)_2, 3\text{H}_2\text{O}$, et un sel double cristallisé de couleur rouge à formule indéterminée. Le carbonate de magnésium se combine au carbonate chromeux en donnant un composé rouge brun ; les carbonates alcalino-terreux sont sans action. — M. G. Charpy a étudié les états d'équilibre du système ternaire plomb-étain-bismuth. L'alliage eutectique de plomb et de bismuth contient 43 % de plomb, 55 % de bismuth et fond à 127° ; l'alliage eutectique de plomb et d'étain contient 37,5 % de plomb, 62,5 % d'étain et fond à 182° ; l'alliage eutectique de bismuth et d'étain contient 58,5 % de bismuth, 41,5 % d'étain et fond à 133°. L'alliage eutectique ternaire contient 32 % de plomb, 16 % d'étain et 52 % de bismuth ; il fond à 96°. L'auteur a représenté les résultats obtenus par le diagramme triangulaire de Thronson. — MM. A. Haller et A. Guyot ont réduit l'acide diméthylamido-benzoylbenzoïque, puis l'ont traité par l'acide sulfurique concentré et ont obtenu du diméthylamidoanthranol, qui, oxydé par le perchlorure de fer, donne de la diméthylamidoanthraquinone ; on peut obtenir, de la même façon, la diéthylamidoanthraquinone. — MM. P. Cazeau et Moreau, en chauffant la diméthylpipérazine avec les carbonates phénoliques, n'ont pas obtenu de diréthanes aromatiques comme avec la pipérazine, mais de simples combinaisons diphénoliques de la base. Cette réaction tendrait à prouver que la diméthylpipérazine n'est pas le dérivé diméthylé substitué de la pipérazine, mais possède une autre constitution. — M. G. Belugou a fait de nouvelles mesures des chaleurs de neutralisation des éthers phosphoriques en opérant sur l'acide monophénylphosphorique. Les résultats obtenus confirment les précédentes conclusions de l'auteur et celles de M. Cavalier. — M. A. Collet a préparé les dérivés halogénés de l'éthylphénylécétone en faisant réagir les chlorures de propionyle et d' α -bromopropionyle sur le benzène monochloré en monobromé en présence de chlorure d'aluminium. — M. E. Fleurent a constaté que la richesse en gluten du grain de froment et la qualité de ce gluten peuvent être différentes, suivant la qualité à laquelle on s'adresse ; quelle que soit, cependant, la variété soumise à la mouture, la quantité de gluten va en augmentant du centre à la périphérie de l'amande farineuse, et ce gluten est d'autant plus riche en gluténine qu'on se rapproche plus de la face interne du son.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Ollier démontre qu'on peut créer de nouvelles articulations, entre des os normalement indépendants, dans le cas où les anciennes circulations, complètement détruites, ne peuvent être reconstituées. Ainsi dans un cas de perte totale de l'omoplate, avec destruction du l'articulation scapulo-humérale, il a créé une articulation cléido-humérale en fixant à la clavicule l'extrémité flottante de la diaphyse humérale ; le bras fonctionne maintenant d'une façon parfaite. — M. S. Arloing a constaté que le sang de chèvre devient capable d'agglu-

tinier le bacille de la tuberculose vraie lorsque l'animal a reçu préalablement des injections répétées de liquide de Miall (sublimé), d'eucalyptol, de gaiacol ou de créosote. Des substances chimiques peuvent donc provoquer dans l'organisme vivant une réaction déterminant l'apparition d'une matière agglutinante dans le sang. — M. Maurice Nicloux a constaté que l'asphyxie amène une diminution de l'oxyde de carbone dans le sang; si l'animal n'est pas mort et respire ensuite à l'air libre, l'oxyde réapparaît progressivement dans le sang; il ne peut provenir de l'air qui en contient de trop faibles quantités; il se produit donc directement dans l'organisme. — M. J.-J. Andeer a recherché les ostioles du système cérébro-spinal; il en a trouvé partout à la surface du fourreau méningé; le liquide cérébro-rachidien procède de l'appareil ostioleux. — M. G. Joly montre que la solidification des Equidés se poursuit dans les temps actuels; elle se manifeste par l'unification progressive des métacarpes, qui peut conduire à une inflammation pathologique, le suros; elle se traduit encore par une simplification du tarse, due à la soudure des os cunéiformes, qui aboutit souvent aussi à une inflammation, l'éparvin. Ces soudures osseuses de l'appareil locomoteur diminueront peu à peu la valeur du cheval comme animal courreur. — M. C. Sauvageau a étudié les monospores uniloculaires de l'*Aeinetospora pusillis*; elles germent sans fécondation. L'auteur propose de dissocier les Tilopteridées des Cutl'riacées, et de les ranger au voisinage des Ectocarpacees, dont elles se rapprochent par leur appareil végétatif. — M. R. Bouilliac a constaté que le Nostoc punctiforme est une plante verte qui peut se développer à l'obscurité absolue, à la condition qu'elle trouve à sa disposition une matière organique telle que le glucose; elle conserve une couleur vert pâle. — M. Fréd. Wallerant montre que deux cristaux d'un même corps, appartenant au même système cristallin, peuvent ne pas avoir les mêmes éléments de symétrie. Pour tenir compte de cette particularité, il y aurait probablement lieu d'étendre la notion du polymorphisme. — M. H. Couriot indique la radiographie comme moyen d'examen des combustibles minéraux: anthracite, houille, lignite, tourbe, coke, agglomérés. Une bonne épreuve montre immédiatement le squelette de la substance et permet de se rendre compte de sa pureté. — M. Georges Rolland propose, pour mieux utiliser les eaux fournies par les puits artésiens de l'Oued-Rir, d'empêcher les déperditions par infiltration le long des ruisseaux d'arrosage, et cela en les canalisant avec des caniveaux en terre cuite fabriqués sur place, il propose la nomination d'une commission pour l'étude du bassin de l'Oued-Rir, afin de voir si de nouveaux sondages nuiraient à ceux déjà existants. LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance, du 17 Mai 1898.

M. le Président annonce le décès de M. Dézanneau, correspondant national, et de M. de Krassowski, correspondant étranger. — M. Ehrmann (de Mulhouse) est élu associé national. — M. Rendu analyse un mémoire de M. Mongour dans lequel l'auteur cherche à prouver que la stomatite diphtéroïde n'est pas une entité clinique; puisque l'examen bactériologique de la fausse membrane donne toujours des formes microbiennes complexes; le rapporteur proteste contre cette conclusion et considère que les symptômes cliniques caractéristiques de la stomatite diphtéroïde en font bien une entité morbide spéciale. — M. H. Huchard présente un rapport sur un mémoire du Dr Combemale relatif à l'acétate de thallium contre les sueurs nocturnes des phthisiques. Le médicament proposé est certainement un antisudoral énergique, mais comme il détermine une alopecie rapide, il doit, pour le moment, être retranché de la thérapeutique. — M. Moncorvo a étudié la nature et le traitement de la chorée. D'après lui, la chorée ne serait que la détermination cérébro-

médullaire de l'infection rhumatismale développée dans l'organisme d'un hystérique ou d'un neurosthénique. Les médicaments suivants: antipyrine, exalgin, aspirin, analgène, ont donné de très bons résultats dans le traitement de la chorée. — M. Dieulafoy signale plusieurs observations de syphilis de l'estomac. Les symptômes de l'ulcération syphilitique rappellent généralement ceux de l'ulcus simplex ou de l'exulceratio simplex, mais ils ne disparaissent pas par le traitement ordinaire. Il faut alors instituer un traitement au mercure et à l'iode de potassium, qui donne toujours de bons résultats. — M. le Dr Ledé lit un mémoire sur la protection de l'enfance en France pendant l'année 1896. — M. le Dr Darier donne lecture d'une note relative au protargol dans le traitement et la prophylaxie de l'ophtalmie purulente. — M. le Dr Guépin lit un mémoire sur les modes de guérison de l'hypertrophie sénile de la prostate. — M. le Dr Chipault a opéré une série de douze craniectomies, dont sept pour tumeurs de l'encéphale, une pour méningite localisée, une pour hémiplegie spasmodique infantile, trois pour reliquats de traumatisme crânien infantile.

Séance du 24 Mai 1898.

M. Liégeois fait rentrer tous les cas d'érythème polymorphe dans l'une des cinq catégories suivantes: 1° érythème polymorphe de cause morale; 2° de cause rhumatismale; 3° épidémique; 4° par surmenage physique; 5° de convalescence des maladies infectieuses. L'iode de potassium est le seul médicament efficace. — M. Panas substitue aux collyres aqueux des collyres huileux, formés par simple dissolution de la base alcaloïdique (atropine, éserine, pilocarpine, cocaïne) dans de l'huile. L'huile rend stériles les microorganismes qu'elle contient et n'altère pas l'épithélium cornéen. — L'Académie procède à la discussion du rapport de M. Grancher sur la prophylaxie de la tuberculose. M. Gibert approuve pleinement les conclusions du rapporteur. Il voudrait voir, en outre, les préfets obligés de prendre les mesures administratives nécessaires pour que tous les logements des phthisiques soient désinfectés après décès. Il montre nettement les effets de la contagion en examinant la mortalité phthisique par quartiers au Havre; les quartiers les plus éprouvés sont ceux où la population est dense, donc la contagion facile. M. Laveran approuve également le rapport de M. Grancher; il insiste sur la question de la réforme dans l'armée, la création de sanatoria pour tuberculeux indigents, la désinfection des locaux, de l'ameublement et des effets après décès. M. Ferrand signale les difficultés que présente pour le médecin la déclaration des maladies contagieuses en général (et que pourrait présenter celle de la tuberculose) et les moyens d'y remédier. M. Léon Colin décrit quelques améliorations à apporter dans les casernes en vue de la prophylaxie de la tuberculose, et aussi quelques mesures à prendre au bénéfice des tuberculeux sous les drapeaux: augmentation du volume d'air, amélioration du régime alimentaire, soustraction aux variations atmosphériques et aux intempéries. — MM. Pédebidou et Kirmisson donnent lecture d'une observation d'imperforation de l'anus chez un enfant nouveau-né, guérie après formation d'un anus contre nature.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 14 Mai 1898.

M. de Gothard propose de simplifier la méthode de Nissl en employant un liquide décolorant composé d'huile de cajuput, de xylol, de créosote et d'alcool; il a obtenu de très bons résultats. — MM. Sellier et Verger ont procédé, chez le chien, à la destruction des couches optiques au moyen de l'électrolyse bipolaire, qui permet d'éviter des lésions de l'écorce cérébrale. On observe des troubles passagers de la vision et du toucher. — MM. C. Philippe et Denoly ont constaté, par la méthode de Weigert-Pal, que les fibres myéliniques intra-

corticales restent intactes pendant toute l'évolution du tibia dorsal; les signes cliniques du tabes ne sont donc pas dus à des lésions de l'écorce. — M. **Harriot** a constaté que le sucre du sang est du glucose. Il existe, d'autre part, dans le sang, des substances qui ne sont pas des sucres et réduisent la liqueur de Fehling; ces substances se retrouvent dans les urines; l'une d'elles pourrait être de l'aldéhyde salicylique. — M. **Bardier** a remarqué que le sérum d'anguille injecté au lapin provoque des perturbations cardiaques, entre autres un ralentissement du cœur suivi d'arythmie. — MM. **Courmont** et **Dor** adressent une note sur l'incubation dans l'intoxication tétanique. — M. **Siedlecki** décrit le cycle évolutif d'une coccidie parasite de la seiche.

Séance du 21 Mai 1898.

M. **E. Gley** a poursuivi la recherche de l'iode dans l'organisme, il se trouve dans la foie et la rate, puis dans le sang à la dose de 1 milligramme par litre; c'est le globe rouge qui le renferme. Il est introduit par l'alimentation, car on ne le trouve pas chez l'embryon et le nouveau-né. — M. **Weiss** a constaté que la véronine agit aussi bien sur la fibre blanche que sur la fibre rouge du lapin. L'action continue même lorsque le cœur est arrêté. — M. **Bédard** a observé que le traitement arsenical fait disparaître les accidents que provoque la médication thyroïdienne prolongée. — M. **Lefas** a remarqué des lésions intestinales du pancréas chez un malade ayant succombé à l'urémie. — M. **Pachon** a repris l'étude de l'action de la cocaïne sur la grenouille et a observé que le cœur s'arrête en systole et non en diastole. — M. **Weinberg** a étudié une orchio-épididymite traumatique suppurée, avec pneumo-bacille de Friedländer. — M. **Pérez** a observé des phénomènes d'inversion sexuelle chez les hannetons. Des mâles actifs s'accouplent avec des mâles passifs sortant d'une copulation avec la femelle. — M. **Cavalié** envoie une note sur les effets de la section des nerfs intercostaux chez les oiseaux; les mouvements respiratoires sont supprimés.

M. **Mesnil** est élu membre de la Société.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 Mai 1898.

M. **P. Villard** présente un tube de Crookes régénérable. A l'ampoule est soudé fortement un tube de platine fermé à une de ses extrémités; quand on chauffe ce tube à l'aide d'un bec Bunsen, de l'hydrogène en traverse les parois par osmose. L'entrée du gaz est très rapide; en quelques minutes on peut voir la décharge passer de l'aspect caractéristique des tubes producteurs de rayons X à l'apparence que présentent les tubes de Geissler; il est commode de chauffer à l'aide d'un chalumeau spécial isolé, dont la flamme peut facilement acquiescer un état de sensibilité spéciale, dans laquelle elle présente une partie intérieure blanche; sa température est alors notablement plus élevée que celle du Bunsen. Si l'on introduit trop de gaz, on peut faire sortir l'excès en chauffant un manchon de platine dont on entoure le tube précédent. L'évacuation, beaucoup moins rapide, est également sûre et peut être poussée jusqu'au vide de Hiort. Le nouveau tube ne noircit pas; l'anticathode a la forme d'un paraboloïde dans lequel les rayons cathodiques entrent par un trou latéral; à l'intérieur, le champ électrique est sensiblement nul, ce qui empêche la production des rayons cathodiques secondaires dont M. Villard a reconnu l'existence et qui produisaient la coloration du verre. Enfin M. Villard présente des écrans magiques: un écran au platino-cyanure de baryum perd progressivement sa sensibilité sous l'action des rayons X; les parties qui ont été protégées apparaissent, quand on expose l'écran librement aux rayons, claires sur un fond plus sombre; on voit ainsi en négatif l'image de l'objet qu'on avait placé devant l'écran. Cette image peut s'apercevoir aussi à la lumière directe, les parties

exposées aux rayons X prenant une teinte plus brune. La lumière solaire détruit rapidement cet effet et régénère l'écran; si donc on projette une image réelle lumineuse d'un objet sur un écran sensibilisé, il sera régénéré aux points lumineux et on verra une image positive de l'objet; en obtiendrait le même résultat en éclairant à travers un positif sur verre. Il sera utile d'exposer de temps en temps à la lumière solaire les écrans qui servent à la radioscopie pour leur rendre leur sensibilité et effacer la trace des actions antérieures. M. **Sagnac** remarque que les faits signalés par M. **Villard** fournissent un nouvel exemple des analogies qu'il a signalées entre les rayons X et la lumière; ils sont comparables aux actions régénératrices qu'exercent les rayons rouges ou infra-rouges sur les corps sensibles préalablement exposés aux rayons violets ou ultra-violet. — M. **Jobin** présente un modèle de démonstration du spectroscope interférentiel de MM. **Pérot** et **Fabry**. Les franges d'égal épaisseur ou les franges à l'infini d'une lame d'air limitée par deux surfaces de verre prennent des caractères particuliers quand on recouvre ces deux surfaces d'une argentine transparente; les maxima sont plus distincts, les minima beaucoup plus larges et presque noirs; les franges sont très fines et très brillantes. Si l'on éclaire la lame au moyen de deux radiations de longueur d'onde λ et $\lambda + \Delta\lambda$, quand les maxima de l'une coïncident avec les minima de l'autre, la finesse des franges brillantes permet leur séparation absolue; on pourra ainsi, en faisant croître l'épaisseur de la lame d'air, résoudre une raie spectrale en ses éléments, comme l'a fait M. **Michelson**. Le réglage devient très délicat quand l'épaisseur est un peu grande; on le supprime dans l'appareil de démonstration en employant une lame de verre argentine sur ses deux faces, montée dans un cylindre d'environ 2 centimètres de hauteur sur 3 centimètres de diamètre; l'épaisseur de la lame a été choisie de façon à dédoubler à peu près exactement les deux raies vertes du thallium, qui sont environ cinquante fois plus voisines que les raies D du sodium. M. **Jobin** fait l'expérience avec un appareil de ce type et montre les anneaux fournis par un tube à mercure et un tube à thallium.

C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

William Ramsay, F. R. S., et Morris W. Travers: L'homogénéité de l'hélium. — Les auteurs rappellent leurs précédentes expériences qui ont abouti à la séparation de l'hélium, par diffusion, en deux portions de densités 2,133 et 1,874. Mais ces densités ne sont pas correctes étant donné le fait curieux que l'hélium ne suit pas la loi de Graham et qu'il diffuse plus rapidement que ne l'indiquerait sa densité. D'autre part, les auteurs avaient été amenés à penser que l'hélium est bien un corps simple, mais qu'il est composé de molécules lourdes et de molécules légères, qui sont simplement séparées par la diffusion.

Pour élucider ces points, MM. Ramsay et Travers ont renouvelé leurs expériences avec un appareil plus perfectionné, représenté par la figure 1. Un tube horizontal, fermé par un robinet E, est relié, au moyen de six branches verticales, avec six réservoirs à gaz, munis de robinets à deux voies, dont il peut conduire le contenu jusqu'à l'appareil de diffusion A. D'autre part, le tube de décharge d'une pompe de Töpfer F aboutit à un réservoir J, relié avec une seconde tube horizontal, qui communique lui-même avec les six réservoirs à gaz au moyen de six branches verticales et des robinets à deux voies. En relevant le réservoir à mercure de la pompe F on peut donc envoyer les gaz qu'elle extrait dans l'un quelconque des six réservoirs. Le vide étant fait dans tous les tubes, et les robinets C et D étant fermés, on ouvre les robinets E et G₁, on élève le vase à mercure relié au réservoir 6 et tout le gaz de ce réservoir passe en A. On ouvre alors le robinet C et on fait diffuser la

moitié du gaz dans la pompe de Töpler. Le gaz diffusé est renvoyé par J dans le réservoir 6. On ajoute au gaz non diffusé le contenu du réservoir 5 ; on diffuse un tiers qu'on renvoie en 6. Puis on ajoute le contenu de 4 au reste, on diffuse la moitié qu'on envoie en 5, et ainsi de suite. Après avoir fait un tour complet, on recommence, après avoir eu soin de transvaser en I le contenu de 6 et de recueillir en 6 la dernière fraction non diffusée.

Pour faire l'essai de cet appareil, les auteurs ont pratiqué la diffusion de l'air atmosphérique ; la séparation de l'oxygène et de l'azote s'est rapidement effectuée. Un essai de séparation de l'azote préparé chimiquement n'a donné aucun résultat après 180 opérations. Ce gaz est donc composé de molécules monomères.

La diffusion de l'hélium a été opérée sur deux échantillons, l'un provenant d'un mélange de samarskite et de clévélite, l'autre de clévélite seulement. On a obtenu, pour chacun, une portion légère et une portion lourde. Les deux portions légères furent mélangées et rediffusées et donnèrent une portion légère de densité 1,988 et de pouvoir réfractif 0,1238 qui doit être considérée comme de l'hélium pur.

Le mélange des portions lourdes rediffusé donna deux gaz de densités 2,275 et 2,08 ; le pouvoir réfractif du gaz le plus lourd était de 0,1327. Ce gaz, examiné au tube de Plücker, montrait les lignes de l'hélium pur et quelques-unes de celles de l'argon. La quantité d'argon calculée d'après la densité devrait être de 1,63 %, et de 1,03 % seulement d'après le pouvoir réfractif. Un mélange de 99 % d'hélium le plus pur avec 1 % d'argon présentait un spectre à peu près semblable à celui de la portion lourde. Cette portion lourde fut d'ailleurs diffusée

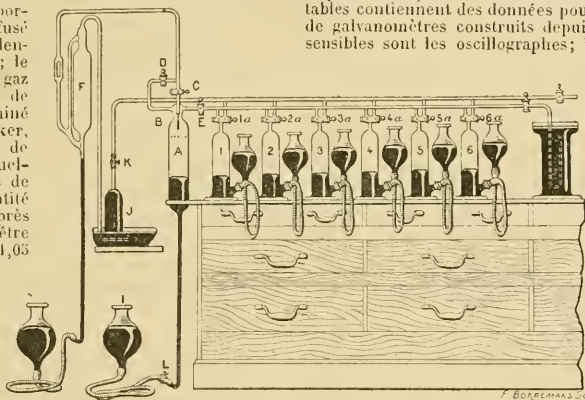


Fig. 1. — Appareil pour la diffusion de l'hélium. — 1, 2, 3, 4, 5, 6, Réservoirs contenant le gaz et recevant ensuite les diverses parties diffusées ; A, appareil à diffusion ; F, pompe de Töpler.

jusqu'à ce qu'il ne resta plus que 1/2 c. c., résidu qui, au tube de Plücker, montra le spectre de l'argon avec des traces de lignes de l'hélium. Ce spectre était semblable à celui d'un mélange d'argon avec une trace d'hélium pur. En interposant une rupture à étincelles dans le circuit, le spectre du gaz lourd était très distinct, et ne présentait aucune trace de ligne inconnue. Il ne paraît donc pas que l'hélium contienne un gaz inconnu, ou qu'il soit séparable par diffusion en deux sortes de gaz. Les différences de densité entre les diverses portions diffusées, semblent être dues à la présence de l'argon, qui est contenu en petite quantité dans les minéraux qui fournissent l'hélium.

Les auteurs ont été assez désappointés par le résultat de leurs longues recherches. Ils croyaient, en effet, à l'existence d'un élément de densité 10 et de poids atomique égal à 20, qui aurait été mélangé en petite quantité avec l'hélium et aurait provoqué les différences de densité des portions diffusées. Toutefois, comme de fortes présomptions théoriques semblent indiquer l'existence de cet élément, qui serait intermédiaire entre l'hélium et l'argon, les auteurs ne désespèrent pas de le découvrir un jour au cours de nouvelles recherches.

Depuis que cette note a été écrite, MM. Runge et Paschen ont cherché à assimiler l'hélium à l'oxygène,

qui présente, comme on le sait, deux sortes de spectre. Comme les deux parties de l'oxygène qui pourraient correspondre à ces deux spectres n'ont jamais été séparées, il est peu probable que l'hélium présente cette sorte de complexité.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 13 Mai 1898.

MM. W.-E. Ayrton et T. Mather : *Les galvanomètres*. Les auteurs proposent d'exprimer dorénavant la sensibilité des galvanomètres par le nombre des divisions d'une échelle graduée en millimètres pour un courant d'un microampère, l'image observée se formant à 1 mètre du miroir. La déviation angulaire unité serait alors le 1/2000 d'un radiant. Pour la période, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre deux passages, dans la même direction, de l'image sur des points fixés, l'étalon serait de dix secondes. Le facteur de sensibilité, en ce qui concerne la résistance, pourrait être réduit à la base commune de 1 ohm. Pour un galvanomètre donné, la déviation par microampère serait proportionnelle à la puissance 2/3 de la résistance des enroulements. Des tables contiennent des données pour un grand nombre de galvanomètres construits depuis dix ans. Les plus sensibles sont les oscillographes ; ils ont des périodes

très courtes, les parties mobiles sont légères et les champs d'amortissement très forts. Un oscillographe de M. Duddell possède une période de 0,0001 seconde et un facteur de sensibilité plus grand que tous les autres. Pour l'isolement des galvanomètres, les auteurs recommandent l'application du principe du fil de garde de M. W.-A. Price. L'instrument est fermé dans une boîte de métal pourvue d'un fil

relié avec une extrémité des enroulements ; l'autre extrémité traverse une pièce d'ébonite. Cette disposition empêche les pertes et prévient les troubles électrostatiques du système. M. Threlfall croit que la méthode des auteurs pour la comparaison des galvanomètres est mauvaise. Les résultats obtenus en comparant l'oscillographe (3,310.000) avec le galvanomètre à bobine suspendue (27) peuvent être regardés comme une « réduction à l'absurde » du système proposé. La sensibilité peut être obtenue aussi bien par des moyens optiques que par des moyens électro-magnétiques ; les premiers sont préférables à cause de leur plus grande stabilité. Comme exemple, M. Threlfall cite un galvanomètre construit par lui et M. Brearley ; il pouvait mesurer jusqu'à 3×10^{-14} ampères. Le miroir de verre avait un diamètre de 1,1 cm. et un poids de 0,5 gr. ; l'échelle mesurait 276 cm. et ses indications lues au moyen d'un microscope jusqu'à 0,04 mm. ; la période était de 25 secondes et la résistance de 50.000 ohms. On voit ainsi à quels résultats on peut arriver avec la sensibilité optique que paraissent ignorer MM. Ayrton et Mather. M. Perry croit que les auteurs n'ont pas considéré un galvanomètre ayant un degré élevé dans leur classification comme supérieur à un galvanomètre possédant un degré plus bas. Cette classification constitue simplement une bonne méthode de comparaison pour des instruments

devant servir à des buts analogues. M. Ayrton répond à M. Threlfall que sa « réduction à l'absurde » n'a aucune valeur puisqu'il s'agit de deux instruments du même type. Il était nécessaire de trouver une méthode qui permit de comparer les effets des moyens électromagnétiques. Cela n'empêche pas de perfectionner aussi le côté optique.

Séance du 27 Mai 1898.

MM. Edw. Edser et C.-P. Butler décrivent une méthode simple de réduction des spectres. La production de bandes d'interférence dans un spectre continu est capable de fournir un spectre de référence, pouvant servir à déterminer les longueurs d'onde correspondant aux lignes brillantes du spectre d'un métal ou d'un gaz. Pour cela, on place devant la fente du spectromètre, sur le trajet du rayon lumineux, une lame d'air située entre deux plaques de verre parallèles. L'interférence du rayon direct avec les rayons réfléchis produit dans le spectre des bandes brillantes séparées par des intervalles sombres; ces bandes correspondent à une série d'ondes dont les longueurs peuvent être facilement déterminées quand on connaît deux d'entre elles. Les auteurs indiquent comment on peut réaliser pratiquement l'appareil de façon à obtenir les meilleurs résultats. Ceux-ci sont approchés jusqu'à 4-10 de mètre. M. Threlfall trouve la méthode réellement pratique. M. C.-V. Boys pense qu'il serait bon de disposer la fente du collimateur dans la lame d'air même; on éviterait ainsi un certain nombre de radiations accessoires qui nuisent à la netteté de l'image. — M. Campbell Swinton a continué ses expériences sur la circulation des gaz résiduels dans les tubes de Crookes. Il s'est servi comme précédemment d'un petit moulin à ailettes; elles étaient cette fois en mica doré. Le sens des révolutions a été le même que dans les précédentes expériences; on a toutefois observé certains troubles dus à l'influence électrostatique, ou peut-être à des courants tourbillonnaires. Les ailettes étaient toujours électrisées positivement. L'auteur conclut donc qu'aux vides élevés il existe, dans les tubes de Crookes, un courant moléculaire ou atomique allant de l'anode à la cathode, transportant une charge positive et se déplaçant avec une très grande vitesse en dehors du courant cathodique opposé. M. Threlfall annonce qu'on vient de trouver une méthode chimique pour dorer le mica, supérieure à l'application mécanique. M. C. Swinton répond aux observations de MM. J. Quick et C.-V. Boys que le vide doit être poussé le plus loin possible.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Avril 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Rapport défavorable de MM. J.-C. Kapteyn et H. G. van de Sande Bakhuizen sur l'œuvre : *Il sole e l'universo* de M. Giralomo Marzocchi.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — M. H.-A. Lorentz : *Phénomènes optiques qui dépendent de la charge électrique et de la masse des ions*. H. L'auteur poursuit une étude sur l'absorption de la lumière par une masse gazeuse. La théorie qu'il a développée dans la première partie de son travail (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. IX, p. 351) conduirait souvent à une absorption vraiment métallique et par conséquent beaucoup plus forte qu'elle ne se présente par exemple dans une flamme de sodium ordinaire. Cependant, en tenant compte de la structure complexe des particules lumineuses, qui est mise en évidence par le grand nombre des raies spectrales, et des chocs des atomes de sodium contre les autres molécules qui se trouvent dans la flamme, on peut arriver à une absorption beaucoup plus faible. Ici M. Lorentz discute principalement la largeur des raies d'absorption. La différence des nombres de vibrations par unité de temps qui correspondent aux bords d'une raie est du même ordre de grandeur que le nombre des

chocs qu'une particule rayonnante subit pendant l'unité de temps. Quant à la position de la raie dans le spectre, elle doit se déplacer légèrement vers le rouge si l'on augmente la densité de la vapeur, mais, tant qu'il s'agit d'une absorption aussi faible que celle d'une flamme de sodium, le déplacement reste inférieur à la largeur de la raie. Il en est de même du déplacement qu'indiquent les formules pour le cas où la densité d'un gaz étranger mélangé à la vapeur absorbante serait augmentée; la théorie ne suffit donc pas à rendre compte des observations de M. Humphreys sur l'influence de la pression sur la position des raies spectrales. — M. A.-P.-N. Franchimont présente une communication de M. P. van Romburgh sur « le cinnamate méthylé contenu dans les rhizomes d'*Alpinia malaccensis* Rosc. des environs de Buitenzorg (Java) ». La distillation aqueuse du rhizome fournit 2 %₁₀₀ d'une huile essentielle. Densité à 27° = 1,032. Pouvoir rotatoire : 14,5 sur 200 millimètres. Par refroidissement, il se produit des aiguilles incolores de cinnamate méthylé, de formule $C_{10}H_{10}O_2$, déduite de la densité de vapeur, prise à la température du 3 naphthol bouillant, et de l'analyse élémentaire. Point de fusion : 36°. Point d'ébullition corrigé : 239° à 740 millimètres. La saponification du $C_{10}H_{10}O_2$ fournit l'acide cinnamique et l'alcool méthylé. Les feuilles de la plante contiennent le même cinnamate dans la présence dans le règne végétal est constatée ici pour la première fois. — M. J.-M. van Bemmelen présente, au nom de M. E.-A. Klobbie, une communication sur le « dosage volumétrique de l'anhydride peroxmique OsO_4 ». L'addition d'acide sulfurique dilué et d'iode de potassium à une molécule d' OsO_4 , met en liberté quatre atomes d'iode en produisant une belle et intense coloration verte caractéristique, qui rend impossible toute titration dans le liquide lui-même, à l'aide d'indicateurs colorés. L'iode libre est dosé par le thiosulfate de sodium, le terme du dosage étant indiqué par du papier à l'amidon sur lequel on dépose des gouttes du liquide jusqu'à refus de la réaction bleue. Les résultats de divers titrages mentionnés sont très précis, tant pour l' OsO_4 que pour l'osmite de potasse $K_2OsO_4 \cdot 2H_2O$, le dernier mettant deux atomes d'iode en liberté par molécule de sel. On peut doser des solutions d' OsO_4 jusqu'à un dix-millième. L'oxyde OsO_3 qui est cause de la coloration, parce qu'il reste en solution à l'état colloïdal, peut être précipité et recueilli sur un filtre. A 410°, le précipité présente la composition approximative de $OsO_3 \cdot H_2O$.

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — M. H.-J. Hamburger : Sur l'influence de la stase veineuse à la destruction du virus du charbon dans le tissu conjonctif sous-cutané. L'année passée (*Revue gén. des Sciences*, t. VIII, p. 728), l'auteur a démontré que, sous l'influence de CO_2 , la puissance bactéricide du liquide sanguin et tissulaire augmente considérablement. Plus tard, il a cherché à contrôler ce résultat en se servant d'une autre méthode. Au lieu d'exposer les bactéries aux liquides tissulaires écoulés, il a injecté les microbes sous la peau, avec ou sans stase, pour les retirer après quelques heures et les éprouver quant à leur virulence par l'inoculation aux animaux. L'exécution de ces expériences était soumise à quatre conditions : 1^{re} il était nécessaire qu'on pût éloigner tous les microbes, vivants ou morts, après qu'ils étaient restés un certain temps sous la peau; 2^o on devait pouvoir exclure l'action phagocytaire des corpuscules du sang blancs; 3^o on devait être à même d'éliminer la résistance individuelle des animaux d'expérience; 4^o il était nécessaire de choisir des microbes qui permettent facilement une comparaison de la virulence. Le résultat des expériences, pris de manière à satisfaire à ces quatre conditions, est que la stase veineuse est extrêmement favorable à la destruction du virus du charbon. P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

VOYAGES D'ÉTUDES DE LA REVUE

CROISIÈRE EN ADRIATIQUE

(3-28 SEPTEMBRE 1898)

Dans une précédente livraison ¹, nous avons annoncé que le Comité de Patronage de nos Voyages d'études avait accordé son approbation au projet, que nous lui avions soumis, d'une croisière dans l'Adriatique en Septembre prochain.

Cette partie du bassin méditerranéen mérite à beaucoup d'égards d'être soigneusement étudiée. Sur la côte italienne, à Bari, à Ancône, à Ravenne, à Venise, ce sont surtout les monuments du passé, depuis l'art précieux du byzantinisme occidental jusqu'à l'épanouissement de la Renaissance vénitienne, qui attireront notre attention. Sur la rive opposée, où plus nombreuses seront nos escales et profondes nos excursions, plus variés aussi seront les sujets d'observation : à Corfou, nous retrouverons la Grèce, et, sur toute la côte illyrienne, istrienne et dalmate, de Trieste à Raguse, les deux civilisations musulmane et occidentale qui, depuis des siècles, n'ont cessé de s'y heurter. Chacune y a marqué son empreinte. Rome et Venise y ont laissé de leur influence passée des traces impérissables : temples païens érigés par la République au lendemain de ses victoires, basiliques chrétiennes édifiées par les Empereurs, églises gothiques sorties, comme un élan vers le Ciel, de la foi ardente du Moyen-Age, et, celles-ci comme celles-là, renfermant encore les chefs-d'œuvre de sculpture, de mosaïque, de céramique et de verrerie dont les artistes italiens et dalmates les avaient ornées. Entremêlés à ces merveilles architecturales, se dressent çà et là, au sommet des collines, ces curieux châteaux forts d'où les hardis seigneurs et, plus tard, les riches marchands de Venise s'élevaient à la guerre contre l'infidèle ou à la poursuite des affaires. C'est un saisissant spectacle que celui de ces débris magnifiques en plein pays turc, au voisinage de mosquées que continue d'habiter et de soutenir l'âme toujours vivante de l'Islam.

En cette partie de l'Europe ont, en effet, conflué, pour chercher à s'y détruire, des hommes de races, de langues et de religions très diverses. Leurs descendants actuels, demeurés hostiles les uns aux autres, Serbes, Croates, Slavons, Albanais, Grecs, Juifs, Andalous, etc., continuent d'y lutter pour la vie, renforçant de haines religieuses leurs rancunes héréditaires. En Herzégovine et en Bosnie nous verrons, côte à côte, mais néanmoins en défiance réciproque, Musulmans, Orthodoxes d'Orient, Catholiques romains et Israélites. Jusqu'à ces vingt dernières années, ces gens avaient vécu en ennemis irréductibles : quand ils ne se soulevaient pas contre les Turcs ou les Hongrois, ils se battaient entre eux, et leurs luttes avaient entraîné la ruine du pays. C'est alors que la Conférence de Berlin (1878) dégagea la Bosnie et l'Herzégovine du joug ottoman et les mit sous la tutelle de l'Autriche. On sait quelle admirable transformation a fait subir à ces provinces l'illustre homme d'Etat chargé, depuis cette époque, de les gouverner. On peut dire, sans abuser des mots, que M. de Kallay a rendu un véritable service à la civilisation par la façon dont il a métamorphosé le pays. Quand il entreprit de le pacifier et de lui rendre son antique vitalité, tout était à créer : l'industrie indigène n'existait plus, l'agriculture se traînait en une impuissante routine; les campagnes manquaient de voies de communication; en dehors des écoles ottomanes et des écoles franciscaines, l'instruction publique était nulle; la justice, dénuée d'organisation régulière, M. de Kallay dut tout inventer : il a doté le pays du gouvernement, du mécanisme administratif, des services publics le mieux appropriés à l'état matériel et moral des populations, surtout à leur diversité d'origine. La liberté de l'individu recut des garanties; les mœurs, les coutumes judiciaires, le culte de chaque petit groupe ethnique furent enfin respectés. Des savants cherchèrent dans les parties montagneuses des gisements minéraux susceptibles d'exploitation rémun-

1. Voyez la *Revue* du 15 déc. 1897, t. VIII, page 923.

nératrice, et de leurs découvertes ont surgi de nouvelles sources de richesses; d'autres, préposés à la direction de fermes-modèles, entreprirent de répandre dans les campagnes les modernes procédés de l'agronomie. Enfin, l'ancien art bosniaque, synthèse originale de l'art arabe et de l'art vénitien, a été ressuscité : les vieillards qui, depuis leur jeunesse, avaient abandonné l'atelier, furent l'objet d'un méticuleux recrutement; de la Perse même, dont la Bosnie s'était jadis inspirée, furent appelés des dessinateurs et artisans, qui ont renoué les traditions du passé et réappris à l'indigène son ancien métier de tisseur et brodeur d'étoffes, de ciseleur sur bois et sur cuivre. Aujourd'hui, des voies ferrées transportent vers le Nord et vers l'Adriatique des demies diverses et ces magnifiques tapis, ces fines broderies, ces charmantes incrustations dont la fabrication, après avoir valu sa renommée à l'industrie bosniaque, peu à peu s'était éteinte. Enfin, dans les villes, dans les villages ont été instituées des écoles où les enfants de toute race, de toute langue et de toute religion peuvent s'instruire. D'un pays mort, M. de Kallay a fait une nation vivante. Et ce ne sera certes pas, pour nous Français, le moindre attrait du voyage que cette occasion de juger sur place cette grande œuvre de relèvement moral et d'habile colonisation. Aussi notre excursion en Herzégovine et en Bosnie comprendra-t-elle six pleines journées. Cette durée aura un autre avantage : elle nous permettra de jouir des grandes scènes naturelles du pays réputé le plus pittoresque de l'Europe centrale.

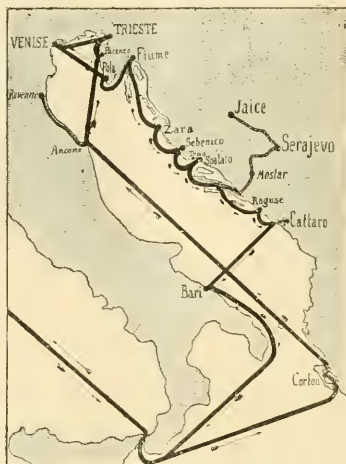
Au point de vue scientifique, nous aurons aussi grand intérêt à l'étudier. C'est, en effet, à sa structure archi-

tectonique, si particulière, que toute la côte orientale de l'Adriatique doit l'étrangeté, comme aussi la diversité et la grandeur de son panorama. De Trieste au Montenegro, en passant par Parenzo, Pola, Fiume, Zara, Sebenico, Trau, Spalato, Mostar, Ilidze, Serajevo, Jézéro, Jaice, Raguse, les bouches de Cattaro et la Mon-

tagne-Noire, nous découvrirons successivement des aspects de la Nature vraiment nouveaux pour qui n'a pas encore pérégriné en ces lieux. L'artiste et le savant en profiteront également. Des géologues et des naturalistes sont déjà inscrits au voyage; les touristes que passionne l'étude du sol et de ses productions sont donc assurés de trouver, en cours de route, d'intéressantes indications sur ces sujets. Les croisières de la *Revue*, auxquelles prennent part beaucoup d'hommes de science, offrent, d'ailleurs, ce charme qu'une sorte d'enseignement mutuel s'y trouve tout naturellement pratiqué. Des ingénieurs, des agronomes, des économistes, des historiens, des slavistes, des ethnographes, etc., venant avec nous en Adriatique, nous recevrons à tout propos réponse à ces mille questions que suscite forcément la surprise d'un monde nouveau.

Indépendamment de cette aide qu'apporteront à notre croisière plusieurs éminents spécialistes, nous aurons constamment avec nous un guide scientifique que sa grande érudition en l'histoire des arts et ses séjours prolongés sur les rives de l'Adriatique désignent tout particulièrement pour diriger notre voyage : M. Emile Bertaux, agrégé de l'Université, ancien membre de l'Ecole française de Rome. Nous le remercions d'avoir bien voulu accepter cette tâche.

Louis Olivier.



Linière sommaire de la croisière. — Marseille, Corfou, Ancône, Ravenne, Ancône, Parenzo, Trieste, Venise, Pola, Fiume, Zara, Sebenico, Spalato, Trau, La Narenta, Mostar, Serajevo, Jaice, Raguse, Cattaro, Bari, Marseille. — L'ordre des escales a été réglé de façon à faire surtout de nuit les trajets de pleine mer.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Thermodynamique

Cycles des moteurs à combustion. — Dans le très intéressant article de M. Aimé Witz sur le « Moteur Diesel », se trouve une indication qui, sans rien enlever à la valeur pratique du moteur, lui ôte beaucoup de son intérêt théorique :

« Le cycle théorique Diesel est dès lors celui de la figure 3, de contour BCD formé de deux adiabatiques CD, DB, et d'une isothermie BC, » fig. 4.

Cette affirmation, qui n'est évidemment de la part de M. Witz qu'une inadvertance, est probablement de la part de M. Diesel une erreur grave.

Ce n'est point à M. Witz, mais aux lecteurs de la *Revue*, qui pourraient accepter l'affirmation sans réflexion, qu'il me paraît utile de rappeler que, pour un seul et même gaz, de masse déterminée, ce cycle est impossible; il ne passe par un point quelconque D qu'une seule adiabatique. A la rigueur, dans les cycles des moteurs, deux lignes adiabatiques peuvent ainsi passer en un même point D, car elles ne se rapportent pas à la même masse de gaz; l'une se rapporte à l'air seul, l'autre à l'air brûlé, dont la masse totale est plus

grande, et dont le volume spécifique peut être différent.

Mais la différence est-elle sensible? La combustion de l'oxygène en acide carbonique ne change pas le volume pour la même masse d'oxygène. La combustion incomplète, en oxyde de carbone, donne un volume double de celui de l'oxygène consommé; mais il serait maladroit de brûler incomplètement son combustible, et dangereux d'expulser dans l'atmosphère d'énormes masses d'oxyde de carbone; aussi admet-on toujours que la proportion d'oxyde de carbone restant dans les produits de la combustion est extrêmement faible et négligeable; encore faudrait-il qu'on modifiât notablement le rapport des chaleurs spécifiques du mélange, pour que l'équation $p v_C^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = p_0 v_0^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$ de l'adiabatique CD différât de l'équation $p v_D^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = p_0 v_0^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$ de l'adiabatique BD, p_0, v_0 , se rapportant au point D. Quant à la combustion de l'hydrogène (provenant du pétrole), elle donne d'abord un volume de vapeur d'eau double du volume d'oxygène consommé; si elle se condense progressivement dans le cours de la détente, elle permet d'avoir une adiabatique de détente distincte de celle de compression, avec un point commun; mais

il est bien peu probable qu'elle joue un rôle important.

En tous cas, on voit que, pour justifier l'existence de deux adiabatiques distinctes, on est réduit à recourir aux causes accessoires, regardées comme négligeables dans toutes les théories des moteurs à gaz. Je crains

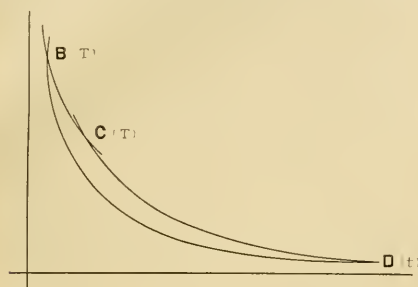


Fig. 1. — Cycle théorique du moteur Diesel.

bien que cette prétendue originalité théorique du cycle de M. Diesel ne soit une erreur.

Un second point, beaucoup plus important, en ce qu'il se rapporte à la théorie générale des moteurs à combustion, est le suivant, que j'enseigne depuis au moins huit ou dix ans, lorsque j'ai l'occasion de donner des indications sur la théorie des moteurs à gaz :

Il n'y a pas de cycle type des moteurs à combustion, indépendant de la construction du moteur; tandis qu'il y a des cycles types pour les moteurs à explosion.

Cette différence est capitale :

Dans les moteurs à explosion, quels qu'ils soient, l'extrême brièveté incontestable de l'explosion permet d'affirmer que l'explosion se fait à volume pratiquement constant.

Dans les moteurs à combustion, il en est tout autrement; il faut, au moins, distinguer trois classes de tels moteurs :

1^o Ceux (s'il en existe) dans lesquels le combustible fluide est introduit progressivement dans le cylindre-moteur, par la pression d'un réservoir à pression constante; dans ce cas, la ligne de combustion peut être sensiblement une ligne de pression constante, la quantité de combustible introduite étant réglée automatiquement de manière à obtenir à peu près ce résultat;

2^o Ceux dans lesquels le combustible est introduit par le mouvement d'un piston, qui règle le débit de combustible liquide en fonction du déplacement du piston. Dans ce cas, ce qui est défini pour chaque position x du piston moteur, c'est la quantité q de combustible introduit, et probablement brûlé; c'est donc la quantité Q de chaleur qui est donnée en fonction d' x , et la courbe de p en v s'en déduira par intégration;

3^o Ceux dans lesquels le combustible est intérieur au cylindre (moteurs à combustible solide, par exemple, moteurs Bénier à coke) et dans lesquels le régime de combustion est réglé par le passage de l'air du cylindre compresseur d'air au cylindre moteur à travers le foyer, avec uniformité approchée de la pression dans tout le volume. La recherche de la loi de la pression en fonction du volume total des deux cylindres, et — connaissant le mécanisme particulier — en fonction du déplacement du piston moteur, est un bon petit problème de licence.

Ces deux dernières classes diffèrent l'une de l'autre : dans la deuxième, le volume total est égal au volume du cylindre moteur; dans la troisième, le volume total est supérieur au volume du cylindre moteur, et variable suivant les liaisons des deux pistons.

Il y a donc au moins trois types principaux de cycles

théoriques des moteurs à combustion, et dans les deux derniers, une infinie variété de lignes de combustion; tout ce qu'on peut affirmer, c'est que, dans le deuxième type, la ligne de combustion (isotherme, horizontale ou ascen-

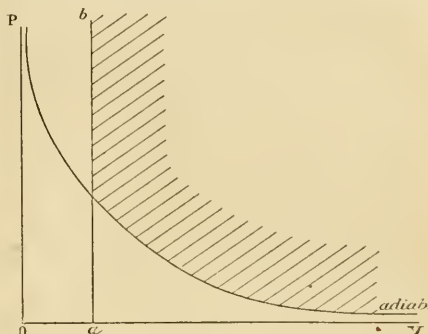


Fig. 2. — Diagramme des 2^e et 3^e types de moteurs à combustion.

dante) est dans l'angle couvert de hachures, à droite du point d'intersection de l'adiabatique et de la ligne de volume ab du début de la combustion (fig. 2).

Dans le troisième type, il en est de même du volume total, si l'on trace le cycle théorique; mais dans le diagramme du piston moteur seul, qui se rapporte à une partie variable de la masse gazeuse, le tracé serait moins défini encore.

Marcel Brillouin,

*Maître de Conférences de Physique
à l'École Normale Supérieure.*

§ 2. — Optique photographique

Le Stéréocycle de MM. Bazin et L. Leroy. — Tout le monde connaît les effets charmants donnés par le stéréoscope : le sujet semble s'animer, les divers plans s'étagent avec un relief et une profondeur remarquables. C'est de tous les appareils celui qui nous fournit l'illusion la plus complète de la Nature.

Ces quelques mots suffisent à expliquer la vogue qu'a obtenue il y a quelques années la photographie stéréoscopique. Puis la photographie instantanée est venue; on a quelque peu abandonné les études tranquillement et posément effectuées, pour chercher uniquement à réaliser le tour de force : c'est l'époque où l'amateur ne rêvait que saisir chevaux de course, trains express, etc.

Puis, nouvelle réaction; on a trop de déboires dans l'instantané : quelques-uns reviennent à l'étude du paysage; d'autres, et c'est malheureusement le plus grand nombre, se contentent de prendre au vol quelques croquis au moyen d'une jumelle ou d'un détective quelconque. Il serait intéressant de se rendre un compte exact de l'influence qu'a eue le développement des appareils à main sur la valeur des productions photographiques : si, au point de vue documentaire, cette manière d'opérer peut présenter des avantages indiscutables sur la photographie posée, qui demande trop de préparatifs, elle semblait difficilement applicable à la photographie stéréoscopique, qui doit être exécutée avec précision pour donner des résultats satisfaisants. Il n'en est rien cependant, et, par un retour assurément bizarre, c'est par les appareils à main que la photographie stéréoscopique va de nouveau reprendre une place qu'elle n'aurait jamais dû quitter.

Le défaut général des appareils à main est de donner des images trop petites pour l'examen direct. Exécutez ces mêmes images stéréoscopiquement et, grâce à l'amplification donnée par le stéréoscope et au relief produit par cet appareil, les résultats sont tels que,

sans parti pris, on peut les préférer et de beaucoup aux images de grand format.

La conséquence de ce que nous venons de dire est qu'avec un appareil des plus portatifs, on pourra rapporter des collections d'une valeur très grande, sans se heurter à tous les impédiments de la photographie posée sur pied.

Parmi les instruments qui ont été réalisés récemment dans cet ordre d'idées, nous croyons devoir signaler tout particulièrement le stéréocycle, qui est dû à deux ingénieurs de valeur, MM. Bazin et L. Leroy. Le stéréocycle, destiné à donner des images stéréoscopiques du format $6\frac{1}{2} \times 6$, est un vrai bijou, d'une construction robuste et élégante à la fois, d'un volume des plus restreints. La partie antérieure qui renferme l'obturateur porte les deux objectifs de même foyer. Ceux-ci sont munis de diaphragmes iris et sont montés devant l'obturateur, ce qui permet de les enlever facilement pour nettoyer les lentilles. Ce petit détail a une grande importance, car, dans beaucoup d'appareils, on ne peut démonter l'objectif et le tenir dans l'état de propreté nécessaire. L'obturateur, d'un système tout nouveau, démasque les deux objectifs dans le même sens, ce qui est indispensable pour avoir une égalité d'impression des deux images. Il possède différentes vitesses et peut se déclencher soit à la main, soit à la poire. Il permet également, si on le désire, de faire des poses d'une durée déterminée. Dans ce cas, le stéréocycle est posé sur un pied ou un support quelconque.

Deux corps de chambre indépendants réunissent la platine de l'obturateur au magasin de plaques. Ce dernier se compose d'une boîte à deux compartiments, séparés par une cloison incomplète; les plaques placées dans des petits cadres rigoureusement calibrés sont empilées de part et d'autre dans l'ordre des numéros de ces cadres.

Un des compartiments porte douze cadres et l'autre treize, la place vide permettant d'effectuer la substitution des plaques les unes aux autres, par une simple rotation de l'appareil autour d'un axe idéal qui passerait par le milieu de la cloison du magasin. Ce système de magasin, qui a fait ses preuves dans la chambre Londe et Dessoudeix, est d'une sûreté absolue, car il ne comporte aucun mécanisme. Il est d'une sécurité complète au point de vue du voile, car les plaques ne sortent pas du magasin, comme cela se produit dans les appareils à tiroir mobile ou à soufflet; enfin, le volume est aussi réduit que possible, puisque la place non utilisée n'est que celle d'un cadre, c'est-à-dire la vingt-sixième partie du volume total du magasin.

Le contrôle du changement des plaques se fait en vérifiant, au travers d'une ouverture munie d'un verre rouge, les numéros qui sont au dos des cadres.

Les plaques étant indépendantes, on peut faire soit des vues simples, soit des vues stéréoscopiques; dans le premier cas, on masquera un des objectifs avec le bouchon et on travaillera avec l'autre; une seule révolution de l'appareil produira le changement de plaque; dans le second, on démasque les deux objectifs, et il faut opérer deux fois la rotation de l'appareil. Rien n'est plus simple, comme on le voit.

Le stéréocycle permet donc de faire vingt-cinq vues simples ou douze vues stéréoscopiques, plus une vue simple. Les châssis portent des repères spéciaux qui indiquent sur la plaque sa position de droite ou de gauche, et un numérotage particulier permet de remettre les vues par paire pour le développement. En dernier lieu, l'emploi de plaques séparées permet d'éviter le coupage du cliché pour l'exécution des épreuves positives.

En résumé, le stéréocycle de MM. Bazin et Leroy est un appareil parfaitement compris et qui nous paraît destiné à obtenir un légitime succès auprès de tous les amateurs sérieux.

Albert Londe.

Chef du Service radiographique et photographique à la Salpêtrière.

§ 3. — Géographie et Colonisation

Un voyage transafricain du Zambèze au Caire. — On n'en est plus à compter les traversées du continent africain de l'Est à l'Ouest, ou réciproquement. Au contraire, un voyage du Sud au Nord n'a jusqu'à présent pas encore été tenté. On apprendra donc avec vif intérêt qu'un officier de l'armée anglaise, le major Gibbon, va entreprendre, en compagnie de sept autres personnes, trois officiers, un médecin, un naturaliste et un ingénieur, de traverser l'Afrique du delta du Zambèze au Caire.

L'expédition s'accomplit sous le patronage de la Société royale de Géographie de Londres et de plusieurs administrations publiques. Elle emporte trois bateaux, dont deux en aluminium.

Le major Gibbon, qui a quitté l'Angleterre à la fin de mai, débarquera à Chinde, dans le delta du Zambèze. L'expédition gagnera Tété, puis, les bateaux remis à l'eau au-dessus des chutes de Kabrassaba, elle remontera le Zambèze jusqu'aux chutes Victoria. De ce point, les bateaux, transportés de bief en bief, continueront à suivre le fleuve, cependant que les membres de l'expédition, formant quatre groupes indépendants, explorent les deux rives.

Si ses projets se réalisent, le major Gibbon quittera le Haut-Zambèze en janvier 1899. Il se dirigera vers le Tanganyika, puis du Tanganyika gagnera l'Ouganda, où il pense arriver en avril. Ensuite, il s'embarquera sur le Nil au-dessous de Lado, et compte atteindre Khar-toum en août. Comme il est convaincu que le commandant de l'armée égyptienne, le sirdar Kitchener, s'en sera depuis longtemps emparé, il ne prévoit pas de difficultés pendant sa descente du Nil.

Il est vraisemblable que cette expédition n'a pas été organisée seulement dans un but scientifique, mais encore avec une arrière-pensée politique. Il y a quelques années, on souriait encore en entendant la formule lancée par les exaltés de l'impérialisme britannique : « L'Afrique anglaise du Cap à Alexandrie. » Cependant, peu à peu l'idée a pénétré dans les esprits, et sa réalisation préoccupe maint homme d'Etat anglais. Le major Gibbon pourrait donc bien être surtout un éclaircisseur chargé d'étudier le terrain des futures convoitises britanniques.

Le succès de ces ambitieux projets paraît néanmoins loin d'être assuré. Si, de fait, les Anglais sont en Egypte, ils n'en sont pas encore les maîtres en droit, et ils se trompent fort s'ils s'imaginent que leur usurpation nous laisse indifférents et résignés. D'autre part, l'Ouganda ne pourrait pas rejoindre la Zambézie britannique, dont elle est séparée par la colonie allemande de l'Afrique-Orientale, sans le consentement de l'Empereur Guillaume II. Or, ce souverain ne semble pas en humeur de l'accorder, si du moins il persiste dans les sentiments qu'il manifeste lorsque l'Etat indépendant du Congo eut, en 1894, la malencontreuse velléité de céder aux Anglais une bande de terrain le long de sa frontière orientale.

Enfin, les rives du Haut-Nil Blanc sont occupées ou vont l'être, à droite par les forces de l'Empereur Ménélik, à gauche par celles de la France, troupes dont l'Angleterre devrait, pour réaliser ses plans, obtenir, au préalable, le retrait.

Le Gouvernement français a été heureusement inspiré, on le voit maintenant, en tirant de la théorie de l'interland du Congo toutes les conséquences qu'elle comportait.

Les postes fondés dans les régions du Haut-Ouélé, du Bahr-el-Ghazal et du Haut-Nil, embarrasseront singulièrement nos rivaux. Nous souhaitons que ces postes soient non seulement maintenus, mais encore multipliés et renforcés, et qu'après un accès de clairvoyance et d'énergie, notre Ministère des Colonies ne retombe pas dans une apathie propre à anéantir les résultats acquis.

Si l'on persiste dans la bonne politique suivie depuis deux ans, nous assisterons sans inquiétude

aux explorations du major Gibbon ou de ses successeurs et, l'esprit libre de toute autre préoccupation, nous applaudissons même bien volontiers à leurs découvertes géographiques.

Henri Dehérain,
Docteur ès lettres.

Croisière en Norvège et au Cap Nord : Quelques livres à consulter. — Selon sa coutume, la *Revue* tient à indiquer aux touristes, avant le départ de la Croisière sur les côtes de Norvège, quelques-uns des principaux ouvrages relatifs à ce pays, soit au point de vue scientifique, soit au point de vue littéraire ou archéologique.

I. — VOYAGES EN NORVÈGE.

HUGUES LE ROUX : *Notes sur la Norvège*. Paris, 1894, in-12.

ALBERT VANDAL : *En Carriole à travers la Suède et la Norvège*. Paris, Plon, 1876, in-12.

CHARLES RABOT : *Au Cap Nord*. Paris, Hachette, 1898, in-12.

PAUL GINISTY : *De Paris au Cap Nord*. Paris, L. Chaux, 1898, in-12, 47 gravures.

ANTOINE SALLÈS : *Voyage au pays des Fjords*. Paris, Plon, 1898, in-12.

TH. CALAS : *Au Cap Nord*. 2^e édit. Paris, 1894, in-12.

J. DE BEAUREGARD : *Au pays des Fjords* (illustré). Lyon, 1897, in-8^e.

KIECHLIN-SCHWARTZ : *Un touriste en Laponie*. Paris, 1882, in-12.

M. LETELLIER : *A travers la Norvège et Spitzbergen* (30 photographies). Paris, 1897, in-8^e.

ALEX. BOUTROUX : *En Scandinavie*. Notes de voyage (conférence). Paris, 1896, in-8^e.

L. PASSARGE : *Drei Sommer in Norwegen. Reise Erinnerungen und Culturstudien*. Leipzig, 1882, in-8^e.

M. SPRINGER : *De la Bastille au Cap Nord*. Paris, 1889.

KOHL : *Reise in Schweden und Norwegen*. Berlin, 1898, in-8^e.

G. HARTUNG und A. DELK : *Fahrten durch Norwegen und die Lappmark*. Stuttgart, 1876, in-8^e.

SEXE : *On the rise of Land in Scandinavia*.

PHYLIAN : *Scenes of travel in Norway*. London, 1877, in-8^e.

DU CHAILLU : *The Land of the Midnight Sun*. London, 1881, 2 vol. in-8^e.

BEDECKER : *Suède et Norvège*. Paris, Ollendorff, in-16.

II. — GÉOGRAPHIE, POPULATION, ETAT SOCIAL.

ELISÉE RECLUS : *Nouvelle Géographie universelle*. T. V : L'Europe scandinave et russe. Paris, Hachette, 1880, et. in-8^e.

VIVIER DE SAINT-MARTIN et L. ROUSSELET : *Nouveau dictionnaire de géographie universelle*, article « Norvège ». T. IV. Paris, Hachette, 1890.

TH. FISCHER : *Norwegen. Ein geographisches Charakterbild*. Heidelberg, 1884, in-8^e.

Dr O.-J. BROCH : *Le Royaume de Norvège et le Peuple norvégien*. Paris, 1878, in-4^e.

COMMISSION SCIENTIFIQUE DU NORD : *Voyage de la Recherche*. Mémoires de Bravais, Ch. Martins, Quoy et Gaynard, etc.)

RENÉ MILLET : *Les conditions du travail en Suède et en Norvège*. Paris, 1890, in-8^e.

III. — HISTOIRE, POLITIQUE, ARCHÉOLOGIE.

AUG. GEOFFROY : *Histoire des Etats scandinaves*. Paris, 1851, in-12.

PIERRE DARESTE : *La dernière crise politique en Norvège (Revue des Deux Mondes, 15 nov. 1884.)*

NILSSON : *Les habitants primitifs de la Scandinavie*.

ALF. MAURY : *La vieille civilisation scandinave (Revue des Deux Mondes, 15 sept. 1880.)*

O. RYGH : *Antiquités norvégiennes*. 1885, in-4^e.

IV. — LITTÉRATURE ET LANGUE.

XAVIER MARNIER : *Lettres sur le Nord*. 5^e édit. Paris, Hachette, 1847, in-12.

HENRIK IBSEN : *La Comédie de l'amour. — Empereur et Galiléen. — Solness le constructeur. — Le canard sauvage. Romersholm. — Les Revenants. — Maison de Poupée. — Helda Gabler. — Brand. — Jean-Gabriel Borkman. — Le petit Eyolf. — La Dame de la mer. — L'ennemi du peuple. — Les soutiens de la société. — L'union des jeunes. — Les prétendants à la couronne. — Les guerriers de Helyeland*. Traduction française. 12 vol. in-12.

B. BJÖRNSEN : I. *Un gant. — Au delà des forces. — II. Léonarda. Une faillite. — III. Amour et géographie. Les nouveaux mariés*. Traduction française. 3 vol. in-12.

— A. ARNE. *Scènes de la vie norvégienne*. Paris, 1883, in-12.

F. DOBRITZ : *Contes et légendes scandinaves*, 1887, in-12.

BORRING : *Grammaire danoise et norvégienne*, 1883, in-12.

BROBERG : *Manuel de la langue danoise (Dano-norvégienne)*, 1883, in-8^e.

V. GÉOLOGIE. — OROGRAPHIE. — HISTOIRE NATURELLE. — PÊCHE.

O. DREUTZER : *Statistics relative to norwegian mountains, lakes and the snowline (Smithsonian Institute, 1886).*

HÖRBYE : *Sur les phénomènes d'érosion en Norvège*.

DAVID FORRES : *Norway and its glaciers visited in the year, 1851.*

PENCK : *Die Gletscher Norwegens (Mittheilungen der Gesellschaft zur Erdkunde, Leipzig, 1879).*

EDMUND HELLAND : *On the fjords, lakes and cirque of Norway and Greenland.*

C. DE SEUE : *Le névé du Justedal et ses glaciers*. Christiania, 1870.

J. GIRARD : *Les fjords de la Norvège (Société de Géographie de Paris, sept. 1876).*

J. BOWDEN : *The naturalist in Norway*. London, 1869, in-8^e.

CH. MARTINS : *Du Spitzberg au Sahara.*

CH. MARTINS : *Un tour de naturaliste dans l'extrême Nord (Revue des Deux Mondes, août 1863).*

SCHUBERLE : *Die Pflanzenwelt Norwegens.*

BONNIER et CH. FLAHAULT : *Observations sur les modifications des végétaux suivant les conditions physiques du milieu (Ann. des Sc. nat., 1879).*

CH. FLAHAULT : *Nouvelles observations sur les modifications des végétaux suivant les conditions physiques du milieu (Ann. des Sc. nat., 1880).*

A.-E. TORNEBOHM : *Grunddragen af Sveriges Geologi*. Norstedt et fils, Stockholm, 1894, in-12.

H. BAARS : *Les pêches de la Norvège*. Paris, 1867, in-8^e.

G. HETTING : *Die Fisch-Cultur Norwegens.*

L'INSCRIPTION DES PHÉNOMÈNES PHONÉTIQUES

DEUXIÈME PARTIE : MÉTHODES INDIRECTES. CRITIQUE DES RÉSULTATS.

Dans une première partie¹, nous avons étudié les *méthodes directes* d'inscription des sons de la voix; nous allons maintenant décrire les *méthodes indirectes* et interpréter les résultats obtenus.

I. — EXAMEN ET PHOTOGRAPHIE DES EMPREINTES DU PHONOGRAPHE.

La première idée qui devait venir, quand on vit que le phonographe contenait sur son cylindre la trace des vibrations sonores, fut d'examiner ces traces et d'en étudier le profil.

Bœke², en 1891, étudia ces empreintes au microscope, les dessina (fig. 1), mesura la durée des périodes de vibrations. Mac Kendrisch³ dessina les empreintes du phonographe pour les sons de la voix et ceux de divers instruments (fig. 2). Il obtint

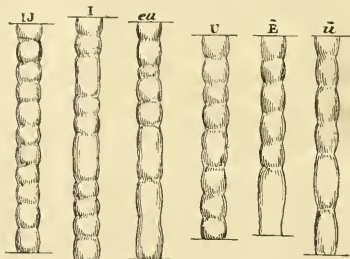


Fig. 1. — Dessin des empreintes du phonographe, par Bœke.

aussi l'inscription de courbes planes exprimant le profil des empreintes phonographiques.

Marichelle reproduisit également, par le dessin, ces empreintes; il y chercha, non plus la constitution des voyelles, mais la tonalité des inflexions de la voix.

Monpiliard photographia ces empreintes et obtint de bonnes images.

Cette méthode devait céder la place à une autre plus précise : la transformation des empreintes en courbes susceptibles d'être analysées mathématiquement.

II. — INSCRIPTION INDIRECTE DES PHÉNOMÈNES PHONÉTIQUES.

Le phonographe, à son apparition, n'avait pas les qualités qu'il possède aujourd'hui. Une feuille mince d'étain revêtait le cylindre et recevait les impressions de l'appareil *recorder*. Ces empreintes, sans doute défectueuses, ne restituaient, par le *reproducer*, qu'une voix altérée, d'un timbre nasillard. L'heureuse idée qu'a eue Sommer Tainter, de recouvrir le cylindre d'une couche de cire, a produit une amélioration notable des sons reproduits.

Toutefois, dès la première apparition du phonographe, le physicien A.-M. Mayer chercha, dans l'analyse des sons de cet appareil, la forme des ondes sonores. Il transforma les empreintes gravées sur le cylindre en courbes graphiques, dont il était plus facile de déterminer la forme. Pour obtenir cette transformation, Mayer se servit d'un levier coudé, dont la petite branche munie d'une pointe mousse, comme celle du reproducer, suivait le sillon des empreintes phonographiques. La grande branche, munie d'un style très fin, traçait sur une plaque de verre des courbes dont les inflexions correspondaient au profil des empreintes du phonographe.

Pour être sûr que les vibrations, dues à l'inertie du levier, n'altéreront pas la forme des courbes tracées, Mayer eut soin de réduire au minimum la vitesse des mouvements du levier, c'est-à-dire qu'il ralentit énormément le mouvement de rotation du cylindre phonographique.

Cette idée si simple et pourtant si féconde sera appliquée, dans la suite, par tous les expérimentateurs qui chercheront à traduire en courbes les empreintes du phonographe.

La figure 3 réunit : en A, l'aspect des empreintes

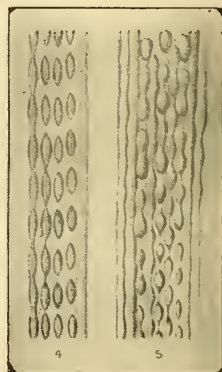


Fig. 2. — Dessin des empreintes du phonographe, par Mac Kendrisch.

¹ Voir la première partie de cet article dans la *Revue générale des Sciences* du 15 juin 1898, pages 445 à 456.

² BÖCKE : *Mikroskopische Phonogrammenstudien*. Arch. de Pfluger, t. I, p. 297, 1891.

³ MAC KENDRISCH : On the Ton on Curvus of the Phonograph. *Journ. of Anat. and Physiol.*, July, 1895.

⁴ MAYER : *Journal de Physique*, avril 1878.

sur la feuille d'étain du phonographe; en B, la courbe de ces empreintes obtenues par Mayer; en C, le profil donné par les flammes de Kœnig. Ces trois représentations correspondent à la voyelle *a*, chantée à petite distance de la membrane de fer du phonographe.

Jenkin et Ewing¹ ont recouru aussi à la trans-



Fig. 3. — Comparaison, faite par Mayer, des empreintes du phonographe A, de la courbe exprimant le profil de ces empreintes B et des flammes manométriques de Kœnig C.

formation mécanique des empreintes du phonographe en courbes planes. Le dispositif fort ingénieux auquel ils ont recouru est décrit et figuré dans l'ouvrage de l'abbé Rousselot². Les résultats

voit des lignes de construction qui serviront à l'analyse mathématique de ces courbes.

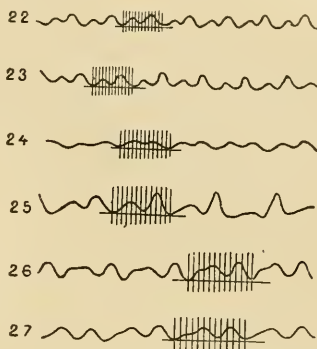


Fig. 4. — Courbes de diverses voyelles obtenues par Jenkin et Ewing, d'après le tracé phonographique.

Enfin, Hermann³, combinant de la façon la plus

Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

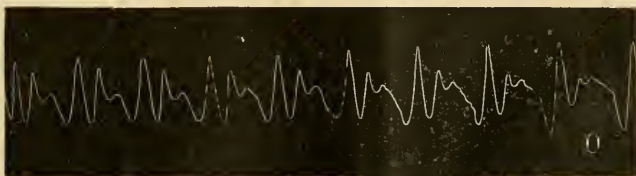


Fig. 5, 6 et 7. — Courbes des voyelles A, E, O, obtenues par Hermann, d'après les empreintes du phonographe.

obtenus sont représentés par la figure 4; on y

heureuse l'emploi du miroir et la rotation très ralentie du cylindre, a obtenu des courbes admirables, sur la fidélité desquelles on peut compter d'une

¹ JENKIN et EWING : Of the harmonic Analysis of certain Vowel Sounds. *Transl. Roy. Soc. Edinburgh*, t. III, and July, 1878, vol. XXV, Part. III, et *Nature*, 1878.

² ROUSSELOT : *Princ. de Phonétique expér.*, p. 117.

³ HERMANN : *Phonographische Untersuchungen* *Pflüger's Archiv für Physiologie*, Bd 53, 58, 61.

manière absolue. Les figures 5, 6 et 7 en donnent des spécimens reproduits par la photographie.

III. — CRITIQUE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS OBTENUS.

Peu de problèmes physiologiques ont fait créer un outillage aussi riche que celui qui s'applique à la phonétique expérimentale. Mais cette richesse même tient à la complexité du sujet et à certains défauts de concordance entre les résultats obtenus.

L'histoire des théories du timbre de la parole a été magistralement exposée par l'abbé Rousselot¹ : nous la ferons bien plus sommaire, en essayant de rechercher la cause des désaccords signalés.

§ 1. — Expériences et théories de Helmholtz.

En suivant l'évolution de la phonétique expérimentale, on y trouve deux phases bien distinctes; dans la première, de Willis à Helmholtz, c'est par l'oreille seule qu'on appréciait le caractère des sons étudiés. Des théories relatives à la constitution des voyelles régnaient donc dans la science avant l'emploi des appareils inscripteurs.

Willis² en 1828, s'inspirant des machines parlantes de Kratsenstein et de Kampelen, reproduisit le son des voyelles au moyen d'anches et de tuyaux de longueur variable; d'autrefois il se servait d'une roue dentée agissant sur une lame vibrante dont on changeait la tonalité en en faisant varier la longueur. Quand on tournait la roue dentée d'une manière uniforme, tandis qu'on faisait varier la longueur de la lame, on obtenait des voyelles différentes. A mesure qu'on raccourcissait le ressort, on obtenait les voyelles dans l'ordre suivant : *ou*, *o*, *a*, *e*, *i*.

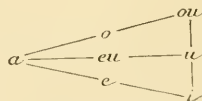
Ces expériences furent le point de départ des études sur la nature des voyelles. Weststone, d'après Helmholtz, aurait le premier donné la véritable théorie des voyelles, dans une critique des travaux de Willis.

A la même époque, Grassmann, dont l'oreille était assez subtile pour entendre dans la voyelle *a* un son fondamental avec huit harmoniques, établit une théorie des sons de la parole, dont voici les points essentiels :

« Les cordes vocales provoquent, en émettant
« des sons, des résonances de la cavité buccale; il
« en résulte d'autres sons à peine perceptibles,
« dont la tonalité change avec le degré d'ouverture
« de la bouche; ce sont des harmoniques de la
« note fondamentale donnée par le larynx. »

De même, dit-il, qu'en frappant une corde de piano on entend d'autres cordes vibrer et donner les harmoniques aigus du son fondamental, de même la cavité buccale ajoute sa résonance au son laryngé.

Pour classer les voyelles au point de vue du nombre des harmoniques qu'elles renferment, Grassmann donne le tableau suivant :



Dans l'*a*, qui s'obtient avec la bouche très largement ouverte, on entendrait, outre la note fondamentale, jusqu'à huit harmoniques aigus. Dans la troisième série, au contraire, il n'y aurait qu'un seul harmonique, de plus en plus aigu quand on prononce ces voyelles dans l'ordre *ou*, *u*, *i*. Quant aux voyelles de la deuxième série, elles formeraient la transition entre la première et la troisième série.

Cette transition se ferait de *a* à *ou* par *o*, de *a* à *u* par *eu*, de *a* à *i* par *e*.

Donders étudia aussi, en 1864, les résonances de la cavité buccale, disposée comme pour l'émission de différentes voyelles. Tantôt il faisait vibrer un diapason devant l'ouverture de la bouche, tantôt il émettait par le larynx ce souffle, bruyant mais sans tonalité propre, que donne la voix chuchotée. Dans tous ces cas, il entendait le timbre des voyelles parfaitement reconnaissable, ce qui montrait que ce timbre est dû à la résonance de la cavité buccale.

Helmholtz enfin, dans ses mémorables expériences sur l'analyse des voyelles, se servit de résonateurs accordés pour différents tons et dont chacun renforçait l'harmonique correspondant à sa tonalité propre, lorsque cet harmonique était contenu dans le timbre de la voyelle. Dans une autre série d'expériences, il fit la synthèse des diverses voyelles en faisant vibrer à la fois des diapasons correspondant aux divers harmoniques contenus dans chacune d'elles.

Ces expériences réussissaient parfois d'une manière parfaite, tandis que certaines voyelles n'étaient pas reproduites avec la même netteté.

En somme, ces études, basées sur le seul emploi de l'oreille pour le contrôle des sons obtenus, ont donné des résultats assez concordants pour qu'il soit établi qu'une voyelle est formée de sons multiples et de tonalités diverses. Le classement des voyelles en une triple série, suivant le tableau de Grassmann, a été adopté par Helmholtz et même par certains professeurs de chant qui ne se préoccupaient que des formes que doit prendre la bouche pour l'émission des diverses voyelles.

¹ ROUSSELOT : *Loc. cit.*

² WILLIS : On the Vowel Sounds and reed-organic Pipes (*Transl. of the Cambridge philosophical Society*, 1830, t. II, p. 231-268,

Quant à la tonalité propre des harmoniques contenues dans chaque voyelle, elle a donné lieu à certaines controverses. Helmholtz émit à cet égard deux théories successives.

Dans la première, il supposait que dans les sons de la voix, comme dans celui des instruments de musique, le timbre qui caractérise les voyelles « tient à ce que la note fondamentale s'accompagne d'harmoniques d'intensités relatives différentes pour chacune d'elles ».

Cette théorie ne résiste pas à l'emploi du phonographe dans les conditions suivantes. On impressionne le phonographe en chantant une voyelle dans une tonalité quelconque, tandis que le cylindre de l'appareil tourne avec une certaine vitesse; on met ensuite en place le *reproducer* et l'on fait tourner le cylindre avec une vitesse différente. Si le timbre d'une voyelle dépendait des intensités relatives de ses divers harmoniques, le changement de vitesse n'altérant point cette relation, la voyelle devrait être reproduite avec une tonalité différente, mais en conservant son timbre caractéristique. Or, il n'en est pas ainsi; la voyelle change de caractère et n'est plus reconnaissable quand on a changé la vitesse du cylindre. Hermann, qui a fait cette expérience, dit qu'elle avait été déjà faite avant lui, mais il n'en connaît pas le premier auteur. Je connais cet auteur : c'est Donders, et j'ai assisté à cette première expérience dans des conditions inoubliables.

Le phonographe venait de faire son apparition en France et le public se pressait dans la salle du boulevard des Capucines pour entendre l'admirable instrument d'Edison. Donders, de passage à Paris, me pria de la faire assister à une audition du phonographe. Émerveillé de ce qu'il venait d'entendre, Donders alla trouver le démonstrateur, dans l'intervalle de deux séances, et le pria de se prêter à une expérience scientifique d'un grand intérêt, dont il ne définit pas autrement la nature; sa proposition fut très courtoisement acceptée. Donders chanta alors devant l'appareil les cinq voyelles, puis il pria qu'on changeât la vitesse de rotation du cylindre avant de lui faire reproduire les voyelles chantées. Ce fut fait avec la même obligeance. Mais le public s'étant renouvelé, nous nous hâtâmes de reprendre nos places; les expériences allaient recommencer. Le démonstrateur annonça à l'assistance qu'il allait faire entendre la série des voyelles avec une netteté parfaite. Voici, dit-il, d'abord, le voyelle *a*; ce fut un *o* superbe qui sortit. Sans insister sur cet échec, on passa bien vite à une autre épreuve; la voyelle *e* fut annoncée; l'appareil répondit quelque chose qui ressemblait à *ou*. Un regard courroucé nous fit comprendre qu'il ne fallait plus compter sur l'au-

dition des trois autres voyelles; en effet, on passa à d'autres exercices et la séance s'acheva à la satisfaction générale.

Ainsi le phonographe qui, par les changements de vitesse de la rotation de son cylindre, transpose merveilleusement un morceau de musique instrumentale sans altérer le timbre des instruments qui l'ont exécuté, ne peut transposer les voyelles sans en altérer le caractère. Ce caractère ne tient donc pas à la différence d'intensité relative des harmoniques de divers ordres qui coexistent dans la voyelle.

Ces expériences, et d'autres encore, ayant fait rejeter sa première théorie, Helmholtz en émit une seconde, qui est la suivante :

« Chaque voyelle, dit Helmholtz, est caractérisée par la présence d'un certain harmonique, de hauteur constante, quelle que soit d'ailleurs la tonalité sur laquelle cette voyelle est chantée ou parlée. »

L'expérience du changement de vitesse du phonographe n'est point défavorable à cette seconde théorie car, en modifiant la tonalité des divers harmoniques, on pouvait faire disparaître celui qui caractérise la voyelle chantée et, par conséquent, altérer cette voyelle.

L'harmonique *caractéristique* a reçu également le nom de *vocalic*; divers auteurs ont cherché à en déterminer la tonalité. Sur ce point, il s'est produit certaines divergences dont on peut juger par le tableau suivant qui représente, en face de chaque voyelle, la vocalic que lui attribuent Helmholtz et Kœnig :

VOYELLES	HELMHOLTZ	KÖNIG
<i>ou</i>	fa_2	$si_{1/2}$
<i>o</i>	$si_{1/3}$	$si_{1/3}$
<i>a</i>	$si_{1/4}$	$si_{1/4}$
<i>eu</i>	ut_5	
<i>u</i>	$sol - la_{1/5}$	
<i>e</i>	$si_{1/5}$	$si_{1/5}$
<i>i</i>	re_6	$si_{1/6}$

Ce désaccord, qui semble à première vue considérable, du moins pour certaines voyelles, n'est en réalité pas très grand. Si l'on songe que la résonance buccale n'a qu'une sonorité assez obscure, on conçoit qu'on puisse aisément se tromper d'un intervalle d'un ton et d'un ton et demi, comme cela existe entre *ré* et *si*, *la* et *sol*, *ut* et *si*, *fa* et *ré*. Quant aux intervalles d'une octave entre les *caractéristiques* données par deux auteurs, ils s'expliquent très facilement par la difficulté qu'on éprouve à distinguer un son de son octave grave ou aiguë quand ce son est un peu obscur.

Toutefois, il n'y a pas à se disculper que, parmi les voyelles, il en est trois seulement sur la *caractéristique* desquelles Helmholtz et Kœnig soient d'accord : c'est *o* $si_{1/3}$, *a* $si_{1/4}$ et *e* $si_{1/5}$. Mais, si l'on

considère que, d'une langue à l'autre, chaque voyelle subit dans son timbre certaines modifications, et que même, chez des gens parlant la même langue, on observe dans le timbre de la voix des différences très marquées, on ne s'étonnera pas que des expérimentateurs différents n'aient pas trouvé des caractéristiques tout à fait semblables; on s'étonnerait plutôt du contraire, du moment que les diverses analyses ne portaient pas sur des sons identiques.

L'emploi de la méthode graphique, traduisant le son de chaque voyelle par une courbe sinuieuse, paraissait devoir trancher la question du timbre: on trouverait, en effet, dans la forme de cette courbe l'indication des divers harmoniques qui concourent à la former.

Cette recherche, toutefois, est fort délicate. Autant il est facile, étant donné une série de courbes sinusoïdales correspondant à des sons de tonalités différentes, de former, par l'addition algébrique des ordonnées de ces sinusoïdes, une courbe résultante qui les renferme toutes, autant le problème inverse est difficile.

Jenkin et Ewing, puis Schneebeli, Hensen, Hermann ont analysé mathématiquement les courbes qu'ils avaient obtenues en se basant sur le théorème de Fourier et sur la loi de Ohm. Les calculs exigeaient qu'on prit, sur une période de la courbe enregistrée, douze à vingt-quatre ordonnées; on voit la trace de cette opération sur la figure 4, où sont représentées des courbes obtenues par Jenkin et Ewing.

§ 2. — Expériences et théories de Hermann.

Hermann, dont nous avons relaté les remarquables expériences, a poussé très loin l'étude mathématique des courbes relevées sur le phonographe; il a même créé, à cette occasion, une méthode simplifiée qui peut rendre de grands services aux physiciens, toutes les fois qu'ils auront besoin d'analyser une courbe résultant de la composition d'un grand nombre de courbes sinusoïdales¹.

Hermann a été conduit, par ses expériences, à faire certaines critiques de la théorie de Helmholtz.

Si l'on considère, dit-il, la cavité buccale comme un résonateur, cette cavité ne peut renforcer que

certaines harmoniques, pour lesquels elle est accordée. Or, si le son laryngé ne contient pas, en général, ces harmoniques, le résonateur buccal n'aura pas d'action dans ces cas. On devrait admettre en conséquence que, pour obtenir du résonateur buccal tout son effet, il faut que la voix laryngée contienne ces harmoniques, et, par conséquent, chaque voyelle se chantera mieux sur une note que sur une autre. Hermann prétend qu'il n'en est pas ainsi. Mais si nous nous permettons d'avoir dans ces questions délicates une opinion personnelle, nous croirions qu'en effet la tonalité a une influence notable sur la pureté de la voyelle chantée. Cela expliquerait pourquoi des chanteurs peu respectueux de la diction correcte remplacent, dans un même mot, une voyelle par une autre quand le mot est chanté sur des tons différents.

Une autre objection de Hermann est la suivante: Si une voix de basse donne la voyelle *i* sur une note très grave, le son buccal correspondrait au vingtième et peut-être au trentième harmonique de la voix laryngée; or, les harmoniques de cet ordre n'étant pas contenus dans le son du larynx, ne peuvent être renforcés. Ici encore, nous nous permettrions de dire que les *i* chantés par une basse-taille nous ont toujours paru dénaturés.

Quoi qu'il en soit de la valeur des objections qui viennent d'être rapportées, Hermann propose une modification de la théorie de Helmholtz; voici en quoi elle consiste:

phase. Ce qui est intéressant, c'est la valeur de l'amplitude de chaque harmonique.

On sait que y peut se mettre sous la forme:

$$(1) \quad y = A_0 + A_1 \sin x + A_2 \sin 2x + \dots + B_1 \cos x + B_2 \cos 2x + \dots$$

et que l'on a:
$$a_n = \sqrt{A_n^2 + B_n^2}.$$

Il faut calculer les différentes valeurs de A_n et B_n .

Pour cela on divise la période en douze parties égales et l'on mesure les douze ordonnées ainsi obtenues. Ces douze valeurs portées dans (1) donnent douze équations permettant de calculer douze valeurs de A et B en supposant les autres valeurs nulles.

Les auteurs ont employé des résultats de la résolution de ces douze équations faites par M. Tait après avoir vérifié l'exactitude de ces opérations.

Voici ces résultats:

$$A_0 = \frac{1}{12} (y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_{12})$$

$$A_1 = \frac{1}{12} (2y_1 + y_2 - y_3 - 2y_4 - y_5 \dots)$$

En appliquant ces formules aux diverses courbes obtenues, ils ont déterminé la valeur des cinq premiers harmoniques entrant dans la constitution des sons.

Les tables I, II, III, IV, etc. de leur mémoire donnent les harmoniques des courbes représentées sur les planches.

Ungo Pipping emploie le même procédé pour calculer les amplitudes des harmoniques, mais en plus il évalue l'erreur probable commise en s'arrêtant à un terme déterminé.

(Voir page 751 du Mémoire.)

¹ Voici en quels termes M. Weiss résume la méthode de Hermann:

Jenkin et Ewing ayant tracé la courbe sur le papier d'après le procédé décrit menaient un axe horizontal tangent à deux minimums successifs. Ces deux minimums comprenaient entre eux une période.

Les courbes périodiques peuvent se représenter par

$$y = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin (nx + \phi)$$

n indique le rang de l'harmonique a son amplitude et ϕ la

Il admet que le son buccal se produit d'une manière indépendante et qu'il importe peu que ce son soit harmonique ou non avec la période du son laryngé. En effet, la longueur d'onde de la *caractéristique*, mesurée directement sur les courbes, ne correspond pas, en général, à une fraction simple de la longueur de la période. Il pense que la cavité buccale résonne d'une façon intermittente, à chaque période du son laryngé, de sorte que les *caractéristiques* n'ont généralement pas de relation harmonique avec la voix laryngée. Une voyelle serait donc un phénomène acoustique spécial, consistant dans la production intermittente de la *caractéristique*, c'est-à-dire de la résonance buccale, à chaque période du son laryngé.

Guidé par cette théorie, l'auteur a réussi à produire artificiellement des voyelles. Ainsi la *caractéristique* de *a* étant, comme il l'admet, le *sol*, majeur (1600 v. d.), si l'on produit simultanément deux sons, l'un un peu plus grave et l'autre un peu plus aigu que le *sol*, on entendra le son grave différentiel (son Tartini); or, ce dernier son présente très nettement le caractère de *a*, comme le faisait prévoir la théorie. C'est avec une double sirène de Helmholtz que cette expérience réussit le mieux.

Hermann a également produit la voyelle *a*, par un procédé analogue à celui de Willis, en faisant frotter le bord d'une carte sur une roue dentée dont la période correspondait à la *caractéristique* de cette voyelle. Et si les dents de cette roue présentaient des interruptions périodiques, de manière à rendre le son intermittent, on entendait le *son d'intermissions* (Kœnig) avec le caractère de la voyelle *a*.

Du reste, Hermann admet que la tonalité de la *caractéristique* puisse varier beaucoup sans altérer le caractère de la voyelle. Pour *a*, par exemple, la *caractéristique* peut varier de *fa*, majeur à *la*, et cela sur un même sujet. Voici, du reste, le tableau, dressé par Hermann, des *caractéristiques* des différentes voyelles, avec les variations de tonalité que ces harmoniques peuvent présenter sans altérer le caractère de la voyelle. Les écarts notables signalés dans ce tableau expliquent le désaccord entre les *caractéristiques* indiquées par les divers auteurs pour la *caractéristique* d'une même voyelle.

ALLEMAND FRANÇAIS

U	ou	—	ul ₂ -fa ₃	ut ₁ -mi ₄	
O	o	(tôt)	—	ut ₁ -ré, maj.	
Ao	o	(robe)	—	mi ₁ -fa ₄	
A	a	(grâce)	—	fa ₁ -la ₄	
Ae	ê	(grêle)	—	ut ₁ -mi ₄	fa ₃ maj.-la ₄ maj.
E	e	(dé)	—	ré ₁ -mi ₄	la ₃ maj.-si ₃
Oe	eu	vœu	—	—	fa ₃ — sol ₄
Ue	u	vu	—	—	la ₃ — si ₄
I	i	(pli)	—	—	mi ₄ -fa ₄

Enfin, Hermann a contrôlé, par la synthèse, la fidélité des courbes phonographiques qu'il avait

tracées par la photographie d'un rayon lumineux¹.

Il a fait découper des bandes de laiton suivant le profil des courbes phonographiques et a soumis ces bandes en mouvement à la soufflerie d'une sirène de Kœnig. Dans ces conditions, le son de la voyelle sort très pur, pourvu qu'on ait eu soin de régler le mouvement de la bande de telle sorte, que les émissions d'air de la sirène correspondent à la tonalité sur laquelle on a chanté la voyelle. Mais si l'on change la vitesse de la bande découpée, il se produit le même phénomène que si l'on change, dans le phonographe, la vitesse de rotation du cylindre, c'est-à-dire que la voyelle perd son caractère.

Ainsi, un fait saisissant se dégage des études qui précèdent : c'est que chaque voyelle est caractérisée par la présence d'un harmonique de hauteur sensiblement constante, mais non absolument fixe. Cela explique les différences entre les résultats obtenus par les divers expérimentateurs, et cela s'accorde avec les différences que chacun peut observer dans les caractères des voyelles, suivant la personne qui les prononce.

§ 3. — Expériences de M. Marage

La difficulté d'accorder entre eux les résultats obtenus par les divers expérimentateurs semble avoir ralenti le zèle des physiologistes et des physiologistes et lassé leur ardeur à poursuivre la *caractéristique* ou *vocal* à tonalité fixe pour chaque voyelle.

Toutefois, M. Marage a entrepris dernièrement, à la Station physiologique, des études qui éclairent la question d'un nouveau jour en révélant certaines causes des désaccords observés.

On a vu plus haut comment cet expérimentateur photographie les flammes de Kœnig en se servant, pour les produire, du gaz acétylène. Les photographies obtenues ne se prêtent point à l'analyse mathématique comme les courbes inscrites par les divers auteurs, mais permettent de reconnaître chaque voyelle d'après l'aspect *caractéristique* qu'elles donnent aux flammes (fig. 8). Or, suivant que ces flammes sont simples ou groupées par deux ou par trois, M. Marage classe les voyelles de la façon suivante :



C'est, on le voit, la classification adoptée, pour

¹ Arch. de Pflüger, t. XLVIII, p. 578.

des raisons diverses, par Grassmann, par Helmholtz et par certains professeurs de chant.

Or, un premier fait important est que, pour chaque voyelle, le nombre et le groupement des

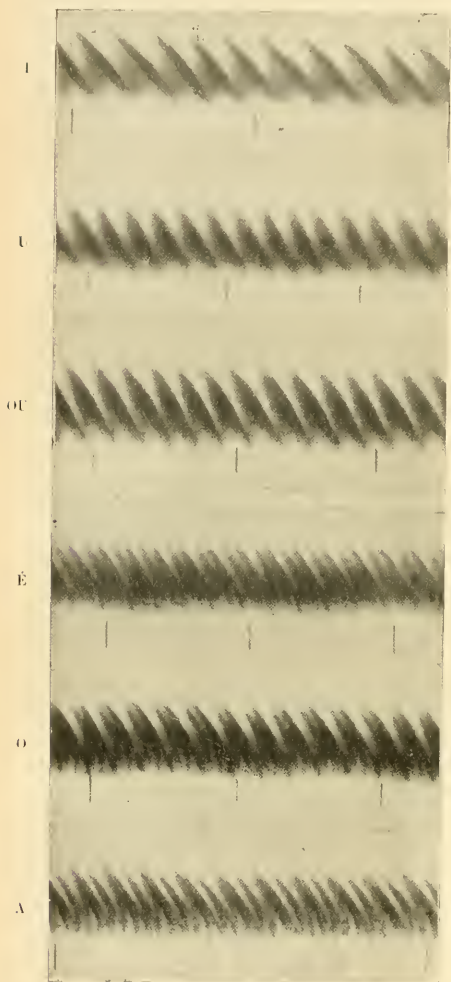


Fig. 8. — Groupements divers des flammes manométriques pour les diverses voyelles.

flammes varient suivant qu'on la prononce en se servant d'un cornet acoustique pour la transmettre à la capsule manométrique, ou bien que la voyelle est émise soit directement contre la membrane de cette capsule, soit à travers un tube très large et très court.

C'est en supprimant tubes et embouchures qu'on a obtenu la série représentée dans la figure 8, que l'on doit considérer comme représentant la forme la plus pure des voyelles.

Cette forme sera altérée si nous introduisons des organes nouveaux entre la bouche du parleur et la capsule manométrique.

En effet, la voyelle *a*, sans embouchure, donne trois flammes à chaque période (fig. 8); elle en donne quatre (fig. 9), si l'on se sert pour la recueillir d'un cornet acoustique, pareil à celui de König ou à celui qu'Edison adapte au phonographe.

Il est donc à peu près certain que la plupart des auteurs, en employant des cornets et des tubes longs pour transmettre le son des voyelles soit au phonographe, soit aux appareils inscripteurs directs, ont inconsciemment altéré le timbre de ces sons.

Ce ne serait point, toutefois, une cause de désaccords entre les résultats des expériences, si toutes les voyelles transmises dans des conditions

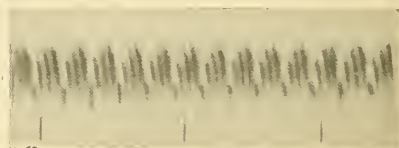


Fig. 9. — Apparition d'une quatrième flamme dans la voyelle *A*, quand on la transmet par un tube muni d'un cornet.

identiques avaient toutes subi la même altération; mais les dispositifs changent avec les expérimentateurs, de sorte que la courte embouchure de l'inscripteur de Schneebeli doit moins altérer le timbre que le cornet et le long tube du phonographe.

Le phonographe lui-même, que l'on considère comme restituant avec une fidélité parfaite le son de la voix, lui fait subir certaines altérations.

Il serait impossible de confondre la voix d'un parleur directement entendue avec celle que restitue le phonographe. Et malgré l'énorme progrès obtenu par la substitution du cylindre de cire à l'ancien cylindre à feuille d'étain, l'altération du timbre est encore assez sensible.

Faut-il l'attribuer tout entière à l'imperfection des organes transmetteurs du son, ou admettre que des altérations du timbre ont pu se produire, soit par la sonorité propre de la membrane, soit par l'imperfection des empreintes gravées? Il est difficile de se prononcer à cet égard; mais l'altération est réelle, et le fait seul des changements obtenus dans le timbre, suivant la matière dont est formée la membrane du phonographe, montre que les vibrations propres de cette membrane ont

une influence notable sur les qualités du son.

Une conséquence pratique des expériences de M. Marage est relative à l'éducation des sourds-muets. On sait qu'on arrive à rendre à ces sujets l'usage de la parole; mais, chez tous, on n'obtient qu'une voix étrange, fortement altérée dans son timbre. Or, parmi les sourds-muets, il en est un grand nombre qui conservent un rudiment d'audition, et qui, bien qu'incapables d'entendre directement la voix parlée, perçoivent cependant les sons lorsqu'on parle très fort dans un cornet acoustique.

Mais alors, si, comme chacun peut s'en convaincre, la voix est altérée dans son timbre par la résonance du cornet, il est tout naturel que les sujets qui n'entendent qu'une voix altérée ne cherchent à reproduire que les sons qu'ils ont perçus; — de là provient le caractère étrange et monotone des paroles qu'ils articulent.

M. Marage démontre également, par ses expériences, qu'on a tort de soumettre indifféremment à la recherche de leurs caractéristiques : les voyelles chantées et les voyelles parlées.

Le chanteur, en effet, préoccupé surtout d'obtenir la sonorité de la note qu'il émet, s'attache moins à conserver la *vocable* de la voyelle : le parleur, au contraire, ne recherche que la prononciation parfaite et respecte la *vocable* de la voyelle parlée, sans se préoccuper de sa tonalité.

A l'appui de ces vues, M. Marage prononce la voyelle *e* (parlée) et en photographie les flammes, puis il chante la même voyelle sur des tonalités diverses. Dans le premier cas, la voyelle présente des flammes groupées deux à deux; dans le second, les flammes sont équidistantes, et leur fréquence correspond à la tonalité de la voyelle chantée, masquant tout à fait sa forme caractéristique.

C'est donc sur les voyelles parlées qu'il faut chercher la *vocable*. M. Marage l'a fait pour plusieurs de ces voyelles et, d'après le nombre total des flammes, il a estimé la tonalité de leur *vocable*.

Il semble ressortir enfin des expériences de M. Marage que certaines voyelles seraient les résultantes de la combinaison de deux autres voyelles. De ce genre seraient les voyelles de la deuxième série de Grassmann, c'est-à-dire *e*, *ou*, *o*, qui, toutes, se caractérisent par une période à deux flammes sur les images photographiques.

Pour Grassmann, ces voyelles établiraient une transition entre l'*a*, aux harmoniques nombreux, et *eu*, *u*, *i*, qui n'ont qu'un harmonique. Pour M. Marage, *e* résulterait de la combinaison de *a* avec *ou*; *eu*, de *a* avec *u*; *o*, de *a* avec *i*. L'auteur donne de cette combinaison des preuves multiples.

D'abord, en employant pour conduire le son des

voyelles à la capsule manométrique un tube en Y, il fait prononcer simultanément devant l'une des bifurcations du tube, la voyelle *a*, et devant l'autre, la voyelle *i*; dans ces conditions, l'image photographique recueillie à la troisième branche présente deux flammes, ce qui est le nombre correspondant à la voyelle *e*. Il obtient des résultats semblables par la combinaison de *a* avec *u* et *ou*; dans tous ces cas, l'image résultante n'a que deux flammes à chaque période.

L'auteur, d'autre part, a contrôlé par l'oreille cette combinaison des voyelles. Il se sert pour cela du tube en Y dont il place la branche terminale dans son oreille, tandis que deux personnes prononcent deux voyelles différentes en tenant chacune au-devant de sa bouche l'une des branches de bifurcation. Si les voyelles *i* et *a* sont ainsi prononcées simultanément, la résultante entendue est un *e*; pour les autres voyelles, la résultante s'entend avec moins de netteté.

M. Marage s'explique ainsi la confusion qui se produit parfois dans les chœurs lorsque des paroles différentes sont chantées par les différents choristes. La superposition de deux voyelles donne alors naissance à une troisième.

Dans cette combinaison, il semble que la *vocable* des voyelles de la 3^e série *se retranche* de celle de la première, ainsi :

$$\begin{array}{lcl} a + (-i) & = & \dot{e} \\ a + (-u) & = & \dot{eu} \\ a + (-ou) & = & \dot{o} \end{array}$$

Ces équations seraient également vraies si l'on remplaçait les voyelles par le nombre de vibrations de leur *vocable*.

Ces expériences fort intéressantes tendraient à orienter les nouvelles études phonétiques dans une direction nouvelle. En prenant soin d'écarter l'influence des cornets et des tubes de transmission et en prononçant des voyelles directement au-devant d'une membrane munie d'un style inscripteur, on obtiendrait sans doute des tracés de grande finesse et dépourvus des vibrations parasites qui semblent avoir été l'une des causes principales du désaccord entre les résultats d'expériences. Ces recherches rentrent dans le programme que s'est donné M. Marage.

L'étude des voyelles n'est pas la seule qui emprunte le secours de la méthode graphique; on a vu que Barlow a inscrit les mouvements de l'air produits par l'émission de certaines syllabes où le caractère des *consonnes* s'indiquait assez nettement.

D'autre part, un linguiste, M. Meyer, a obtenu dans le laboratoire d'Hermann des empreintes phonographiques sur lesquelles il déterminait la *tonalité* de la voix parlée. D'après lui, dans la plu-

part des mots, la pénultième syllabe a d'ordinaire une tonalité plus élevée, tandis que la dernière prend un ton un peu plus grave.

En recourant à la même méthode, M. Marichelle a constaté des changements de tonalité beaucoup plus variés et plus intenses que ceux que signale Meyer. Certains exemples qu'il cite montrent que, dans les intonations exclamatives ou interrogatives, la voix parcourt parfois plus d'une octave sur une seule syllabe.

Ces inflexions de la voix donnent à la parole son expression et sa vie. Il est douteux que l'emploi du phonographe, en donnant de ces nuances délicates une démonstration objective, permette de corriger chez les sourds auxquels on parvient à rendre l'usage de la parole, ce timbre monotone qui le fait reconnaître. Mais l'instrument d'Edison semble s'appliquer surtout à l'étude du langage chez les sujets normaux, et à leur faire acquérir, en les rendant plus sensibles, toutes les délicatesses qui font le charme de la parole.

On trouvera dans l'emploi de cet instrument un véritable *étalon*, permettant d'apporter la précision et la mesure dans le domaine, assez vague jusqu'ici, de la phonétique.

Ce que le phonographe ne sera pas apte à traduire, on le demandera à d'autres appareils; ainsi, pour le mécanisme des actes physiologiques de la parole, les appareils de Rosapelly, modifiés par Rousselot, donnent de précieux renseignements. La chronophotographie décèlera les mouvements apparents qui se produisent dans la phonation.

L'exposé qui vient d'être fait des ressources que possède aujourd'hui la phonétique expérimentale montre qu'après de longs tâtonnements cette science est désormais engagée dans une voie plus sûre; possédant des moyens de mesure exacts, elle fera de rapides progrès: c'est ce qui est arrivé pour toutes les sciences.

J. Marey,

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

LA DISTRIBUTION DES FORAMINIFÈRES PÉLAGIQUES

A LA SURFACE ET AU FOND DE L'OcéAN

On connaît les remarquables travaux de MM. John Murray et Renard sur la sédimentation marine. C'est surtout grâce à eux, que l'on est aujourd'hui à peu près fixé sur la genèse des dépôts dans les océans. Les deux savants océanographes ont fourni de précieuses données sur l'habitat de certains animaux pélagiques, en particulier des Protozoaires.

M. John Murray vient de publier, très récemment, une nouvelle étude des plus suggestives et des plus intéressantes *Sur la distribution des Foraminifères pélagiques à la surface et au fond de l'Océan*¹. C'est aux parties essentielles de cette étude que nous empruntons la matière du présent article.

1

Les Foraminifères pélagiques jouent un rôle des plus importants dans la biologie des océans actuels, aussi bien que dans l'histoire générale de notre planète. Les espèces vivantes de ces Protozoaires pélagiques sont distribuées partout à la surface des eaux des océans ouverts. Quinze à vingt espèces vivent dans les eaux des tropiques, et une ou deux seulement ont été capturées parmi les ice-bergs flottants des régions arctiques et antartiques. Les

coquilles de ces Foraminifères forment la plus grande partie du carbonate de chaux existant dans les dépôts marins, connus sous le nom de *vases à Pteropodes* et à *Globigérines*, qui couvrent environ 150 millions de kilomètres carrés au fond de l'Océan. Elles constituent également la majeure partie du carbonate de chaux présent dans les autres dépôts marins, tels que les *boues à Diatomées*, à *Radiolaires*, les *boues argileuses* et les *dépôts terrigènes profonds*, qui se forment à proximité des continents et des îles de l'Océan. Leur rôle est donc considérable. On peut dire, en effet, que, envisagé dans son ensemble, les neuf dixièmes du carbonate de chaux des dépôts marins dont la profondeur dépasse 100 brasses (162 mètres) proviennent de la destruction des coquilles de Foraminifères pélagiques.

Lorsque le *Challenger* fit sa croisière autour du monde (on sait qu'elle dura trois ans), tous les naturalistes de l'expédition pensaient que les *Globigérines* vivaient au fond des eaux marines profondes. Cette opinion était soutenue par Wallich, Carpenter et Wyville Thomson. Gwyn Geffreys, cependant, émit une idée absolument opposée. Il regarda les *Globigérines* comme des organismes de surface, et la boue à *Globigérines* comme constituée par la mort de ces Foraminifères et l'accumulation de leurs coquilles, qui tombaient de la

¹ *Natural Science*, vol. XI, n° 63.

surface au fond des eaux. Le fait que M'Donald et le major Owen avaient capturé plusieurs espèces de ces Foraminifères dans des filets trainés à la surface de la mer semblait oublié.

Huxley discuta aussi cette question, et, bien qu'il ne se prononçât pas d'une façon catégorique, il était tenté de croire que les Globigérines vivaient au fond de l'océan.

Pendant les premiers mois de l'expédition du *Challenger*, M. Murray observa fréquemment des Globigérines, des Orbulines, des Pulvinulines et des Sphéroidines dans les vases où l'on versait le contenu des filets de surface, et il appela l'attention de Wyville Thomson et des autres naturalistes sur ce fait; mais, en raison des idées ayant cours alors sur l'habitat des Foraminifères, Wyville Thomson pensait que ces coquilles provenaient réellement des dépôts de mer profonde. Comme on avait l'habitude, en effet, de tamiser et de laver sur le pont du navire de grandes quantités de boue raménées par la drague, on croyait que quelques-unes de ces coquilles avaient été accrochées par les filets de surface draguant à l'arrière. Cependant, l'aspect des coquilles recueillies par ces filets était si différent de l'aspect de celles du fond, que M. Murray ne put se résoudre à accepter les explications que nous venons d'indiquer. Mettant à profit les jours de beau temps, il fit trainer le filet de surface assez loin du navire par un bateau à rames, et il en recueillit précieusement le contenu. Ce contenu était formé d'une grande quantité de Foraminifères. Un échantillon étant placé sous le microscope, on voyait le sarcode entier de l'ani-

mal s'étendre de tous côtés, comme le montre la figure 1. Le doute n'était plus possible : les Foraminifères vivaient bien à la surface de l'océan.

Parmi eux, quelques Globigérines, des Orbulines, des Hastigérines, sont pourvues de longues épines, et lorsque l'animal est étalé, le sarcode reste entre les épines. Dans les Pulvinulines, les Sphéroidines et les Pullénies, qui n'ont pas d'épines, la coquille est souvent tellement cachée par les expansions du sarcode coloré qu'elle peut échapper à l'observation.

Dans les baies, les estuaires ou au voisinage immédiat des côtes, les Foraminifères pélagiques deviennent très rares ou disparaissent jusqu'à 8 à 10 kilomètres de la terre. On les a rencontrés en abondance dans les eaux du Gulf-Stream, qui se déverse dans le canal de Féroë, bien que pas un seul exemplaire n'ait été observé dans la Manche ou la mer du Nord.

Les Foraminifères pélagiques sont de véritables animaux océaniques, à un degré souvent plus

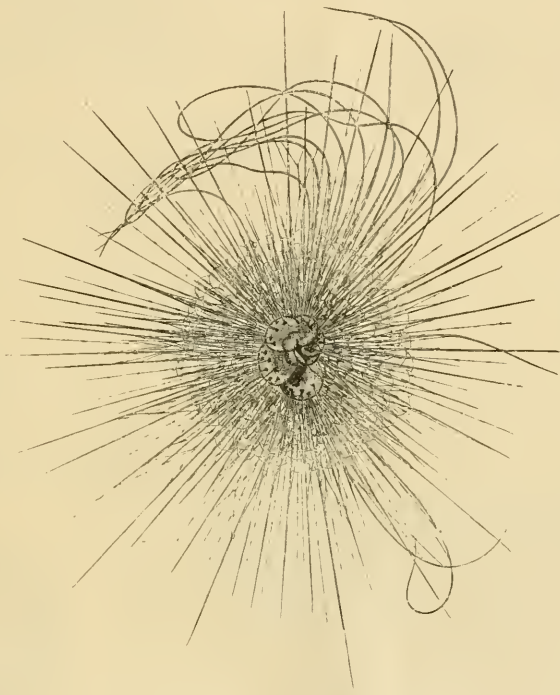


Fig. 1. — *Hastigerina pelagica* (d'Orb.) (Murray) Wyv. Thomson), avec appareil flottant et pseudopodes étendus, comme elle a été trouvée à la surface de l'Océan.

élevé que les Pteropodes. Ils sont très abondants dans les courants marins, qui les entraînent parfois jusque près des rivages; mais dans leur existence normale, ils vivent très au large.

La couleur habituelle du sarcode des Foraminifères pélagiques est brun jaunâtre. Dans les *Hastigerina* elle est rouge clair, par suite de la présence de globules et de pigments rouges. Cette coloration rouge permet de reconnaître facilement cette espèce. Dans les *Globigerina bulloides* et *aculeata*, la couleur jaune orange est due à la présence de nombreux *Xanthidia* de forme ovale, ou cellules jaunes, semblables à celles qui ont été trouvées

dans les Radiolaires. Quand le sarcode, avec ses corpuscules jaunes, s'étale et s'élève entre les nombreuses épines — semblables à de la soie — de la coquille, l'ensemble présente un aspect remarquable sous le microscope.

La majorité des espèces vivent sous les tropiques; les formes à coquille épaisse se rencontrent seulement dans les eaux chaudes; telles sont : *Sphaeroidina deluscens*, *Pulvinulina Menardi* (fig. 4), *Pullenia obliquiloculata*, *Globigerina conglobata* et *sacculifera*. Le nombre des espèces est plus restreint dans les régions tempérées. Les formes dominantes sont : *Pulvinulina Micheliniana* et *Canariensis*, *Orbulina universa* (fig. 2), *Globigerina bulloides* et *inflata*.

Dans les régions arctiques et antarctiques, les *Globigerina antarctica* et *pachyderma*, paraissent les seules formes vivant à la surface des eaux, en compagnie de très petits représentants de *Globigerina bulloides*.

La disparition graduelle des espèces tropicales et leur remplacement par d'autres espèces dans les eaux plus froides, au nord et au sud des régions équatoriales, paraît difficile à expliquer, si l'on se rappelle que ce changement s'effectue au milieu d'un courant continu de l'océan, semblable au Gulf Stream, se déversant de l'équateur vers les pôles.

Les mêmes espèces habitent tous les grands océans, mais certaines formes semblent prédominer dans l'océan Indien et l'océan Pacifique, par exemple le *Pullenia obliquiloculata* et le *Globigerina zeugliferalis*. D'autre part, le *Pulvinulina Menardi* (fig. 4) et le *Globigerina rubra* sont plus abondants dans la partie tropicale de l'Atlantique. Les espèces habitant le nord et le sud des régions

tempérées et les espèces vivant dans les deux régions polaires sont sensiblement les mêmes, si elles ne sont pas identiques.

II

La distribution des coquilles mortes de Foraminifères pélagiques sur le fond de l'océan correspond exactement à la distribution des espèces vivant à la surface de la mer. On a dit quelque-

fois que les coquilles mortes des espèces tropicales pouvaient être entraînées vers le nord ou vers le sud par les courants marins, mais ce n'est pas le cas habituel. Leur aire d'extension sur le fond ne semble pas être plus grande que celle des espèces vivant à la surface.

Le fait que la distribution de ces coquilles sur le lit de l'océan est déterminée par les conditions qui règnent à la surface, est une preuve assez décisive en faveur de leur existence à la surface des flots, car autrement leur distribution serait la même que celles des espèces vivant au fond, dont la vie est indépendante des conditions de température de l'extérieur.

Carpenter et Brady émirent jadis l'opinion que les jeunes individus vivaient à la surface et les adultes au fond. Si l'on tient compte des considérations précédentes et de ce fait important que les espèces vivantes n'ont jamais été trouvées au fond de la mer, on voit que cette opinion n'est pas soutenable.

Les jeunes individus sont sensiblement plus abondants à la surface que dans les dépôts, quand on les compare avec les espèces existantes adultes; c'est en particulier le cas des dépôts de grande profondeur. Ce fait résulte de la dissolution plus

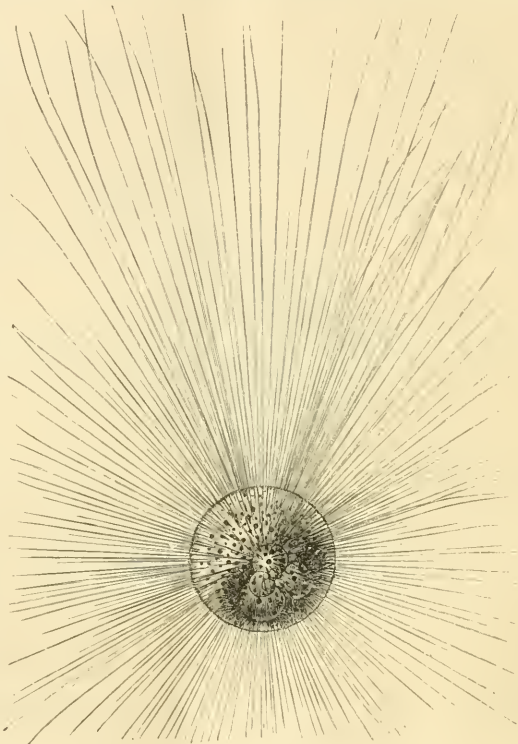


Fig. 2. — *Orbulina universa* (d'Orb.) de la surface.

rapide des jeunes coquilles dans leur descente au fond de l'Océan.

Lorsqu'on examine un dépôt de mer profonde, il est toujours possible de dire, par l'examen des coquilles de Foraminifères pélagiques, si ces Foraminifères proviennent des tropiques, des régions tempérées ou des régions polaires, et même si elles ont été recueillies dans l'hémisphère sud ou dans l'hémisphère nord.

A la hauteur du banc Agulhas, au cap de Bonne-Espérance, à la hauteur des côtes d'Australie et du Japon, des côtes du nord et du sud de l'Amérique, les courants marins de sources différentes se rencontrent et se mélangent, de sorte qu'il règne une température uniforme, sur une vaste étendue.

Dans ces régions, un grand nombre de Foraminifères pélagiques, aussi bien que d'autres organismes, sont tués par le changement subit de température, et il se forme alors des accumulations de

coquilles beaucoup plus abondantes que dans les régions à température normale. Il faut également citer ce fait curieux, que, dans ces mêmes contrées maritimes, les dépôts de la glauconie et les dépôts de phosphate sont plus abondants qu'ailleurs.

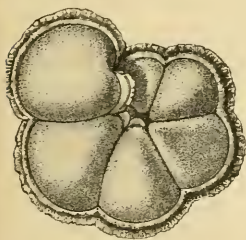


Fig. 4. — *Puzosia Menardi* (d'Orb.) des dépôts tropicaux.

Le chemin suivi par un courant marin de surface peut, d'une certaine manière, être tracé sur le fond, grâce à ces coquilles mortes. L'axe du Gulf Stream, par exemple, est marqué par les dépôts de la boue à Globigérines, du détroit de la Floride jusqu'au cercle arctique.

Aucun courant chaud semblable ne pénètre à une aussi grande distance dans la région antarctique; par conséquent, aucun véritable banc à Globigérines ne se montre au sud du 50° de latitude dans l'hémisphère sud.

III

La particularité la plus frappante de la répartition des coquilles de Foraminifères, c'est qu'elles sont absentes dans toutes les grandes profondeurs de l'océan, bien qu'à la surface elles soient aussi nombreuses qu'au-dessus des mers moins profondes.

Comment expliquer cette disparition? Si nous supposons un cône volcanique s'élevant des grandes profondeurs de l'océan, à environ 300 à 400 brasses de la surface, on trouve que le sommet de ce cône est couvert de dépôt calcaires, formés, en grande partie, de coquilles mortes et

d'organismes pélagiques. Le dépôt peut renfermer 90 % de carbonate de chaux et toutes les coquilles de la surface de la région considérée se rencontrent dans ce dépôt. Mais, si l'on descend le long des flancs de ce cône, on voit d'abord disparaître



Fig. 3. — *Cymbalopoda* (*Tretomphalus*) *bulloides* (d'Orb.). — a, grand spécimen de surface; b, petits (jeunes) exemplaires de la même espèce; c, face distale de la chambre en forme de ballon montrant l'orifice antechambrien, situé au fond d'une faible dépression (gross. 60 diam.).

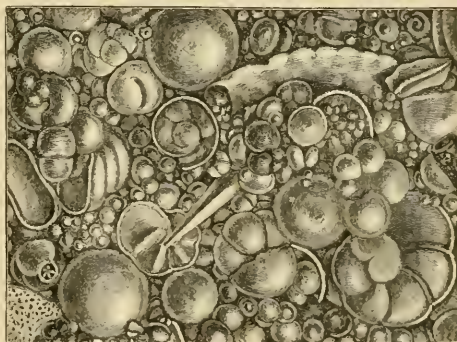


Fig. 5. — Aspect de la boue à globigérines, prise à 1.900 brasses (environ 3.000 mètres) dans l'Atlantique (gross. 25 diamètres).

du dépôt, en même temps que les Pteropodes, les coquilles les plus minces et les plus délicates, telles que les *Candeina*, les *Hastigerina*.

A 2.000 brasses environ, le dépôt (fig. 5) renferme surtout des Foraminifères pélagiques, et la proportion des jeunes coquilles est beaucoup plus petite que dans les dépôts de moindre profondeur. Avec

l'augmentation de la profondeur, l'ensemble des coquilles calcaires diminue graduellement; à partir de 4.000 brasses, le dépôt n'est plus constitué que par une boue rouge, renfermant seulement des traces de carbonate de chaux.

Si nous supposons aussi une dépression en forme de bassin au fond de l'océan, dont le centre descend à 4.000 à 5.000 brasses, tandis que les bords du bassin n'ont que 1.000 à 2.000 brasses, il se déposera sur les bords des boues à *Ptéro-podes* et à *Globigérines*, avec 70 à 80 % de carbonate de chaux, pendant que le fond central sera recouvert par une boue rouge, sans aucune trace de carbonate de chaux et de coquilles.

La disparition graduelle des coquilles calcaires avec la profondeur est due évidemment à l'action dissolvante de l'eau de mer, et spécialement à l'eau des grandes profondeurs. Dans les petites profondeurs, une grande proportion de ces coquilles atteint le fond avant leur complète dissolution. Mais à mesure que la profondeur augmente, les coquilles plus délicates sont dissoutes et la formation du dépôt devient de plus en plus lente. Les dernières traces de ces coquilles observées sont formées de fragments de grandes *Pulvinulina* et de *Sphæroidina*.

Pendant la première partie de l'expédition du *Challenger*, Wyville Thomson était très embarrassé pour expliquer l'origine de la fine boue rouge des grands fonds. Il supposait que c'était le résidu de la dissolution des coquilles qui constituait cette boue rouge. Mais M. John Murray, ayant dissout des coquilles bien lavées de Foraminifères, ne trouva aucun résidu. L'argile rouge provenait donc d'une autre source. Dans la profondeur de la mer, loin des courants, elle avait pour origine la désagrégation et la décomposition des ponces flottantes.

L'année dernière, M. John Murray, ayant recueilli soigneusement toutes les températures utiles de la surface des eaux de l'océan, construisit une carte indiquant la série des températures dans les différentes régions de cet océan. Cette carte montre que la surface de la mer peut être divisée en cinq grandes zones: une zone équatoriale, presque continue, dans laquelle la température est élevée et où les différences pendant l'année ne dépassent pas 5 à 6° C. Cette zone renferme toutes les principales régions de récifs coralliens. Dans les deuxième et troisième zones, ou zones polaires, la température est faible et la différence de température annuelle n'atteint pas 5° C. Dans ces régions, il y a relativement peu d'organismes sécrétant du carbonate de chaux. Les quatrième et cinquième zones, comprises entre les zones équatoriale et polaires, présentent une grande différence de température entre les différentes saisons, différence atteignant 29° C. en quelques

points. Dans les régions tempérées, la sécrétion du carbonate de chaux est plus active pendant les mois de chaleur que pendant les mois de froid. Il semble donc bien que la condition la plus favorable pour la sécrétion du calcaire par les organismes est la température la plus élevée des eaux. Des expériences qui ont été faites, on a déduit que la distribution des Foraminifères pélagiques dépend, en premier lieu, des conditions physiques des eaux de l'océan. Lorsque le carbonate de chaux est précipité par les solutions alcalines, telles que le carbonate de soude, le carbonate d'ammoniaque ou le carbonate de méthylamine, l'influence de la température est très marquée. Cela explique pourquoi le carbonate de chaux sécrété par les organismes a l'aspect d'un fin précipité à l'intérieur de leurs tissus mous. Si on ajoute suffisamment de carbonate d'ammoniaque à l'eau de mer, à différentes températures, on obtient un précipité qui varie dans sa forme cristalline et dans la durée de sa formation. A 0° C., le précipité commence à se former, au bout de six heures, de petits cristaux distincts de calcite; en vingt heures, la quantité totale est seulement de 0 gr. 2 par litre d'eau. A 8° C., il se forme un précipité de calcite et d'aragonite; à 32° à 38° C., la quantité est d'environ 0 gr. 6.

Le précipité commence à se former au bout d'une demi-heure à une heure, et il est constitué par de menus cristaux d'aragonite. Il semble donc évident que le carbonate de chaux est plus facilement et plus rapidement sécrété à la haute température des tropiques, au moyen des produits épuisés de l'organisme.

Comme on le sait, le carbonate de chaux, dans quelques formes, est facilement soluble dans l'eau renfermant de l'acide carbonique, et l'aragonite formée est plus rapidement soluble que la calcite. Ces deux produits sont très faiblement solubles dans les eaux marines ne contenant pas d'acide carbonique libre ou faiblement combiné; mais, quand des coquilles mortes sont en contact avec une matière organique en décomposition, dégagant de l'acide carbonique, elles sont rapidement dissoutes.

La matière organique qui se décompose possède, sur le carbonate de chaux, une puissance dissolvante, très énergique, due à deux causes: 1° à l'acide carbonique formé comme produit de décomposition; 2° à la formation de sulfures et d'acide sulfhydrique provenant de la réduction des sulfures existant dans l'eau de mer¹.

Ph. Glangeaud.

Docteur ès Sciences, Collaborateur au Service de la Carte géologique de la France.

¹ Je tiens à remercier ici bien vivement M. John Murray, pour l'extrême obligeance qu'il a bien voulu me témoigner en me prêtant les clichés des figures qui illustrent cet article et en me permettant de donner à la *Revue générale des Sciences* les conclusions importantes que l'on vient de lire.

REVUE ANNUELLE DE GÉOLOGIE

I. — LA CLASSIFICATION DES FACIÈS.

Notre revue annuelle ayant pour but d'enregistrer les progrès les plus considérables réalisés en Géologie dans le courant de l'année, elle devrait passer entièrement sous silence des travaux qui, loin de marquer un progrès dans la science, témoignent plutôt d'un retour en arrière. Si je m'occupe aujourd'hui de la question des faciès, ce n'est donc pas pour la raison que M. Renevier vient de lui consacrer un long chapitre dans son *Chronographe géologique*¹; c'est uniquement parce que quelques travaux, dus à d'autres auteurs, ont fait entrer la question dans une voie nouvelle. Comment, en effet, prendre au sérieux un aperçu sur les « causes actuelles des différences de formation », dans lequel on nous apprend que la zone littorale, dite aussi intercotidale, comprise dans l'intervalle du balancement des marées, est « la seule qui soit susceptible de recevoir une sédimentation à grains grossiers »! Comment s'arrêter à un groupement des faciès, qui place dans les formations terrigènes des dépôts aussi essentiellement organogènes que les calcaires à entroques, exclusivement constitués par des débris de Crinoïdes!

La notion des faciès est due à Gressly; voici ce que nous lisons dans un Mémoire de ce précurseur paru en 1838²: « Je suis parvenu à reconnaître, dans la dimension horizontale de chaque terrain, des modifications diverses, bien déterminées, qui offrent des particularités constantes dans leur constitution pétrographique aussi bien que dans les caractères paléontologiques de l'ensemble de leurs fossiles, et qui sont assujetties à des lois propres et peu variables ». Le géologue soleurois appelle « faciès ou aspects de terrain » ces modifications diverses, et sa définition peut encore être conservée actuellement. Le faciès est donc à la fois déterminé par des caractères lithologiques et par des caractères paléontologiques et, suivant que l'on attachera une valeur prépondérante aux uns ou aux autres, on basera la classification des faciès sur l'origine des sédiments ou sur les conditions d'existence des êtres vivants, dont les restes se trouvent enfouis dans ces sédiments.

M. Murray avait proposé, il y a quelques années, de grouper les sédiments des mers actuelles,

d'après leur mode de formation, en dépôts pélagiques et en dépôts terrigènes. Les premiers comprennent « ceux qui sont formés vers le centre des grands océans et qui sont composés principalement des restes d'organismes pélagiques, associés aux produits ultimes de la décomposition des roches et des minéraux ». Quant aux dépôts terrigènes, ils sont « formés dans le voisinage de la terre et sont principalement constitués par des matériaux transportés, dérivant de la désagrégation des masses continentales ». Dans un ouvrage capital, dont une plume plus autorisée que la mienne a rendu compte ici-même³, me privant ainsi du plaisir d'en dire tout le bien que j'en pense, M. Cayeux a fait remarquer avec raison qu'il existe toute une catégorie de sédiments, parmi lesquels se trouve la craie blanche, qu'il n'est pas possible de faire rentrer dans l'une des deux subdivisions établies par M. Murray; il a proposé pour ces dépôts, caractérisés par la prédominance des organismes de fond, le nom de *sédiments benthogènes*, faisant intervenir ainsi les conditions d'existence des êtres qui ont pris part à la formation du sédiment. Si l'on veut s'en tenir à la genèse du dépôt, on conservera l'ancienne classification des roches sédimentaires en minérogènes et organogènes. Il vaudrait d'ailleurs mieux abandonner entièrement le terme de « faciès pélagique », car les géologues l'emploient dans un tout autre sens que M. Murray, et l'appliquent en général aux formations vaseuses formées loin des rivages.

Les conditions d'existence des animaux marins fossiles ont été étudiées récemment par M. Johannes Walther², qui, dans un article très suggestif, discute le parti que l'on peut tirer du *groupement biologique des êtres actuels* dans la classification des faciès.

Il résulte de l'étude de M. Walther que le Plankton et le Benthos prennent part, l'un et l'autre aussi bien à la formation des sédiments minérogènes qu'à celle des sédiments organogènes. En ce qui concerne ces derniers, on constate que les dépôts qui, à l'époque actuelle, sont presque exclusivement formés par l'accumulation de squelettes d'êtres faisant, de leur vivant, partie du Plankton, tels que les boues à Globigérines, les vases à Radiolaires, les vases à Diatomées, ne sont pas

¹ E. RENEVIER : *Chronographe géologique. Comptes rendus du Congrès géologique international*, 6^e session (Zurich, 1894), Lausanne, 1897.

² A. GRESSLY : Observations géologiques sur le Jura Soleurois (Neuchâtel, 1838), p. 10.

³ L. CAYEUX : Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. 1 vol. in-4^o, 589 p., 10 pl. (Lille, 1897). — V. l'article de M. BARROIS, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 juin 1897.

² JOHANNES WALTHER : Ueber die Lebensweise fossiler Meeresthiere. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.* (1897), p. 210-273.

représentés dans celles des formations géologiques qui sont accessibles à notre investigation. M. Walther démontre, d'une manière péremptoire, que la craie blanche ne peut être identifiée aux boues à Globigérines des mers actuelles, car les Foraminifères qu'elle renferme sont des types benthoniques et n'ont rien de commun avec les Globigérines du Plankton¹. On peut en dire autant des calcaires à Nummulites, que M. Renevier range à tort dans les sédiments du type « pélagal ». Les roches à Radiolaires ne peuvent être envisagées comme des formations analogues à la vase à Radiolaires, car, contrairement à celle-ci, elles sont toujours très riches en éléments d'origine minérale. Enfin, le tripoli à Diatomées lui-même est formé à une faible profondeur et dans le voisinage du rivage; il ne peut être rangé dans la catégorie des sédiments pélagiques de M. Murray.

Par contre, les sédiments minérogènes et, en particulier, les dépôts vaseux, sont quelquefois riches en restes d'animaux qui appartenaient au Plankton. Parmi ceux-ci, il convient de mentionner les Graptolithes, qui ne vivaient nullement enfoncés dans la vase, ainsi qu'on le croyait autrefois, mais nageaient dans le voisinage de la surface, comme l'indique la présence de leurs flotteurs découverts récemment. Peut-être aussi étaient-ils fixés sur des Algues flottantes, conformément à l'opinion de M. Lapworth.

En revanche, les Ammonites ne peuvent plus être envisagées comme des animaux pélagiques. De même que le Nautilite et la Spirule, ils devaient vivre dans le voisinage du fond et faisaient partie du Benthos. Les travaux récents démontrent de plus en plus que certains genres d'Ammonites sont aussi bien liés à des faciès déterminés que les Lamellibranches, les Gastropodes ou les Echinodermes. La grande répartition géographique de quelques espèces s'expliquerait, d'après M. Walther, par le fait qu'après la mort de l'animal la coquille flottait à la surface de la mer et pouvait être transportée au loin par les courants, constituant un véritable « Pseudoplankton ». Si cette interprétation est, dans certains cas, conforme à la réalité, il faudrait cependant se garder de la généraliser. En ce qui concerne les dépôts vaseux tout au moins, nous devons admettre que les Ammonites vivaient là où nous rencontrons actuellement leurs coquilles.

On a souvent cherché à tirer de la nature du faciès des conclusions sur la profondeur à laquelle s'est déposé un sédiment donné, et l'on s'est basé alors sur des analogies fournies par la *classification des sédiments actuels d'après la profondeur*. Avant de pouvoir dire si un sédiment ancien doit être

envisagé ou non comme un dépôt de grande profondeur, il conviendrait de s'entendre sur la limite bathymétrique à partir de laquelle, dans les mers actuelles, un sédiment doit être qualifié de dépôt de mer profonde. On sait que M. Murray divise les dépôts marins d'après leur position bathymétrique en « dépôts de mer profonde », formés au-dessous de la ligne de 100 brasses, « dépôts de mer peu profonde (shallow-water deposits) », formés entre la ligne de 100 brasses et la ligne des basses mers, et « dépôts littoraux », formés dans l'espace compris entre les hautes et les basses mers. La ligne de 100 brasses, prise comme limite supérieure des mers profondes, a été critiquée avec raison; on peut lui reprocher de ne coïncider avec aucune limite bathymétrique en usage parmi les zoologistes et de couper en deux la « zone des Brachiopodes et des Coraux » (72-500 mètres); si quelquefois la limite du seuil continental se confond avec la ligne de 100 brasses, d'autres fois elle se trouve à une plus grande profondeur, comme, par exemple, dans le golfe de Gascogne, où, d'après la croisière du *Caudan*, l'isobathe de 500 mètres correspond à une très brusque dénivellation et constitue la véritable limite supérieure des mers profondes. M. Ortmann, dans une très instructive brochure sur la géographie zoologique marine¹, adopte avec raison une limite beaucoup plus basse; il fait commencer le domaine abyssal à la profondeur de 400 mètres, limite extrême de pénétration de la lumière. Si, d'autre part, M. Ortmann désigne sous le nom de « Littoral » la totalité des mers d'une profondeur inférieure à 400 mètres, c'est qu'il y a là évidemment un abus de langage. Il est impossible de qualifier de littoral un dépôt formé à quelques centaines de kilomètres de tout rivage, et c'est le cas cependant pour toutes les mers continentales peu profondes (Baltique, baie d'Hudson, golfe Persique), que M. Ortmann attribue au « Littoral ». La zone littorale ou « intercotidale » doit être évidemment comprise dans l'acception adoptée par M. Murray; on pourrait peut-être donner le nom de zone *nérétique* aux mers peu profondes (« shallow water », « Seichtwasser »), qui correspondent à la zone des Laminaires et à la zone des Nullipores des biologistes, au delà desquelles l'assimilation chlorophyllienne ne se fait plus d'une manière active. La zone des Brachiopodes et des Coraux, qui fait suite aux précédentes, ne peut pas encore être envisagée comme mer profonde, dans le sens habituel; M. Renevier a donc raison d'en faire le type d'une région spéciale, la zone *bathyale*. La limite inférieure de cette zone peut être certainement placée plus bas

¹ M. Cayeux est arrivé à un résultat identique.

¹ ARNOLD E. ORTMANN : Grundzüge der marinen Tiergeographie, Jena, 1896.

que 500 mètres et l'on peut faire commencer, avec M. Walther, la région *abyssale* à la profondeur de 900 mètres environ.

Le rôle géologique des dépôts correspondant à chacune de ces zones bathymétriques est nettement distinct. Les dépôts de la zone nérétique se rencontrent surtout sur les masses continentales d'ancienne consolidation; ils correspondent aux périodes de transgressivité, et ce sont surtout des grès ou des calcaires zoogènes et phytogènes (benthogènes); dans le sens vertical, ils présentent des changements de faciès fréquents. Les dépôts de la zone bathyale, par contre, s'accumulent surtout dans les géosynclinaux; ils sont généralement vaseux, quelquefois gréseux (faciès flysch), et atteignent des épaisseurs parfois considérables, sans accuser de grandes variations de faciès dans le sens vertical. C'est dans cette zone qu'actuellement vivent de préférence les Céphalopodes benthoniques et c'est également à ce niveau que devaient prédominer les Ammonites.

Enfin, la zone abyssale correspond aux océans et, jusqu'à présent, on ne connaît aucune formation géologique qui puisse lui être attribuée. M. Cayeux a démontré définitivement que la craie blanche n'est pas un dépôt de grande profondeur, et nous avons vu plus haut que les couches à Radiolaires et à Diatomées ne pouvaient pas être identifiées aux formations abyssales des mers actuelles.

Il nous reste à envisager un dernier point de vue: la *classification des faciès d'après la température des eaux*. Dans les publications géologiques, il est souvent question de « faunes de mer chaude » et de « faunes de mer froide », et l'on doit se demander sur quel critérium s'appuient les auteurs qui font usage de ces expressions. Il ne peut s'agir ici de disputer à fond cette question, mais nous devons mentionner et critiquer quelques travaux récents dans lesquels il y est fait allusion.

L'existence de zones climatiques et de dépôts contenant des faunes spéciales correspondant à ces différentes zones a été établie depuis longtemps pour la période tertiaire et n'est guère mise en doute pour cette période, mais l'hypothèse de Neumayr, d'après laquelle ces mêmes zones étaient différenciées dès l'époque jurassique, et peut-être plus anciennement, a été vivement attaquée¹. Je rappellerai que Neumayr distinguait sur chaque hémisphère une zone polaire, une zone tempérée et une zone équatoriale, caractérisées chacune par des genres spéciaux d'Ammonites et de Bélemnites. Ces conclusions ont déjà été combattues par

M. Nikitin, qui a pu démontrer la non-existence d'une zone tempérée indépendante; en ce qui me concerne, j'avais admis la présence d'une *province* de l'Europe centrale caractérisée par le mélange de certains éléments de la zone boréale et de la zone méditerranéenne équatoriale et que par l'absence ou la rareté des éléments particulièrement caractéristiques de ces deux zones¹. Les paléontologistes de la jeune Ecole allemande, loin de démontrer que les différences incontestables et incontestées qui existent entre la province boréale et la province équatoriale ne sont pas dues à des différences de température, se sont surtout basés sur les irrégularités dans la distribution des genres méditerranéens, irrégularités en contradiction avec les zones homœozoïques de Neumayr, pour contester, après M. Nikitin, l'existence indépendante d'une zone de l'Europe centrale et d'une zone méditerranéenne. Il est manifeste que Neumayr, qui croyait encore au genre de vie pélagique des Ammonites, n'a pas envisagé le problème sous son vrai jour. Si l'on considère ces Céphalopodes comme des animaux benthoniques, on peut admettre que leurs différents genres vivaient à des profondeurs différentes; au lieu d'attribuer le contraste entre la « province de l'Europe centrale » et la « province méditerranéenne » à une différence de température de la surface, on doit le chercher dans une différence de profondeur des eaux. On est conduit alors à envisager la faune de l'Europe centrale comme une faune nérétique, la faune méditerranéenne comme une faune bathyale, dont les types les plus caractéristiques (*Phylloceras*, *Lytoceras*) sont des types sténothermes, c'est-à-dire liés à une température constante, tandis que les types qui sont communs aux deux « provinces » sont des types eurythermes, supportant de grandes variations de température, pouvant vivre par conséquent à des profondeurs variables. Ainsi s'explique la rareté des types méditerranéens dans certains dépôts qui, géographiquement, sont situés dans la zone équatoriale et qui se rapprochent du type méditerranéen. Dans le Liban, dans la presqu'île de Cutch, les *Phylloceras* sont beaucoup plus rares qu'on ne devrait le supposer d'après la théorie de Neumayr; dans l'Oxfordien de Mlaru (Tornquist) et de Tanga (Futterer), sur la côte orientale de l'Afrique, ils font même entièrement défaut; mais l'anomalie disparaît si l'on tient compte du faciès nérétique de ces dépôts. C'est ainsi également que l'on peut interpréter l'absence des *Phylloceras* et des *Lytoceras* dans le Néocomien du bord du massif des Maures, et la présence, dans les mêmes

¹ ARNOLD E. ORTMANN: An examination of the arguments given by Neumayr for the existence of climatic zones in Jurassic times. *Amer. Journ. of Science*, 3rd ser., vol. I, p. 257-270 (1896).

¹ Voir E. HAUG: Revue annuelle de Géologie. *Revue générale des Sciences*, 1893, p. 603. Voir aussi *Grande Encyclopédie*, article « Jurassique » (1894).

couches, des *Hoplites* eurythermes, que l'on rencontre aussi¹ dans le Néocomien boréal de l'Allemagne du Nord.

On doit donc admettre que la « province de l'Europe centrale » n'est autre chose que le type néritique de la province méditerranéenne, et cette hypothèse se trouve encore confirmée par le fait que, chaque fois que dans l'Europe centrale le faciès bathyal remplace momentanément le faciès néritique, les genres *Phylloceras* et *Lytoceras* deviennent relativement abondants.

M. Ortmann ne discute pas sérieusement les causes qui peuvent avoir déterminé la différenciation de la province boréale et de la province méditerranéenne; il se contente de nier que des différences de température aient pu entrer en jeu et considère comme sans profit tout essai de reconstitution des courants marins à l'époque jurassique.

Les arguments mis en avant par Neumayr en faveur de l'hypothèse d'une température relativement froide dans la province boréale subsistent toujours. L'absence de *réefs* coralliens et de calcaires construits dans les régions septentrionales est une règle absolue, et la prédominance de dépôts argileux dans ces régions, à l'époque du Jurassique supérieur, n'est pas la cause de cette absence, mais les deux faits sont plutôt les conséquences d'une même cause: la basse température des eaux. Le contraste entre les régions boréales à sédimentation argileuse et les régions équatoriales à sédimentation calcaire est le même qu'à l'époque actuelle et il doit être interprété de la même manière. M. Murray² a pu établir, au moyen de nombreux exemples, que la quantité de carbonate de chaux sécrétée par les organismes marins est déterminée par la température du milieu ambiant; il a constaté que, dans les mers tropicales, les squelettes calcaires sont plus épais, pour des formes appartenant aux mêmes groupes, que dans les mers polaires. D'autre part, le même savant a montré que les particules argileuses en suspension dans les eaux étaient précipitées bien plus lentement dans les eaux froides que dans les eaux chaudes et que, par conséquent, elles étaient transportées à une plus grande distance des côtes dans les régions boréales que dans les régions équatoriales³. Ces faits fournissent un argument puissant en faveur de la théorie de Neumayr.

Si donc il existait des différences de température dans les mers jurassiques, il existait forcément une circulation profonde, indépendamment des courants de surface dus aux marées et aux vents régnants. Il est évident que ces courants profonds ne pourront être reconstitués qu'empiriquement et que les éléments géographiques nous manquent entièrement pour les reconstituer *a priori*. C'est uniquement par l'existence de courants que l'on peut interpréter les différences tranchées qui existent entre les deux provinces et qui atteignent leur maximum à l'époque du Barrémien, précisément au moment où les terres qui séparaient le Nord et le Sud de l'Europe aux époques précédentes se sont trouvées submergées. Une crête sous-marine séparant deux bassins ne constitue une limite tranchée entre deux faunes nettement distinctes que dans le cas où la température des eaux n'est pas la même de part et d'autre de la crête. L'exemple de la crête de Wyville Thomson, dans l'Atlantique Nord, est, à cet égard, des plus probants. Comment, d'ailleurs, expliquer autrement que par des différences de température, les différences si nettes que présentent les faunes bathyales du Crétacé supérieur dans deux géosynclinaux distincts à sédimentation semblable: abondance des Bélemnites et absence complète des *Phylloceras* et des *Lytoceras*, dans celui du Nord; absence des Bélemnites et présence des deux genres d'Ammonites méditerranéens, dans celui du Sud; Echinides propres à chacun des deux! Ajoutons que les faunes néritiques eurythermes sont les mêmes dans les deux régions (Maëstricht, Pyrénées, Alpes, Beloutchistan⁴), ce qui montre bien que la différenciation des faunes bathyales sténothermes est due à des différences dans la température du fond.

Il résulte de ces considérations que les objections faites par M. Ortmann à la théorie de Neumayr ne sont qu'en partie fondées et que, dès le Jurassique tout au moins, il existait dans les mers des différences de température, déterminant des différences de faciès et donnant lieu à des courants profonds qui seuls permettent d'expliquer certaines particularités de la répartition des Céphalopodes.

II. — LES MERS PALÉZOIQUES.

Le but le plus élevé des recherches géologiques réside incontestablement dans la reconstitution de l'état de la surface terrestre pendant les périodes successives de l'histoire du Globe. Dans un mé-

¹ W. KILIAN et FR. LEENHARDT: Sur le Néocomien des environs de Moustiers-Sainte-Marie. *Bull. Soc. géol. Fr.* 3^e sér., t. XXIII, p. 980 (1896).

² JOHN MURRAY: On the deep and shallow-water marine fauna of the Kerguelen Region of the Great Southern Ocean. *Trans. of the Royal Soc. of Edinburgh*, Vol. II, n° 10 (1896), p. 391.

³ La présence des Nummulites dans la zone équatoriale exclusivement et la prédominance des dépôts vaseux dans les régions du Nord montrent que des conditions analogues régnaient à l'époque éogène.

⁴ Les dépôts aturiens des Mari Hills, dans le Beloutchistan, renferment, d'après M. Noetting, un assez grand nombre d'espèces identiques à des espèces de Maëstricht et des Pyrénées. Voir FR. NOETTING: Fauna of the Upper Cretaceous Maëstrichtian beds of the Mari Hills. *Paläontologia Indica*, Ser. XVI, Fauna of Baluchistan, Vol. I^{er}, part. 3 (1897).

moire classique, Neumayr a essayé de construire une carte de l'extension des terres et des mers pendant la période jurassique; aucun essai analogue, s'étendant à la Terre entière, n'avait été tenté pour les temps primaires, mais cette lacune vient d'être comblée, au moins en ce qui concerne les périodes cambrienne, silurienne et dévonienne, et elle ne tardera pas à l'être pour les périodes carbonifère et permienne. Aussi ne devons-nous pas ménager les éloges à l'auteur de cet essai, M. Fritz Frech¹, de Breslau, d'autant plus qu'il s'est trouvé constamment à la hauteur de sa tâche et que son ouvrage est certainement l'aperçu le plus documenté qui ait été publié sur la géologie des terrains primaires.

Une carte géologique de la Terre, comme, par exemple, celle de l'Atlas de Berghaus, ne donne qu'une idée fort imparfaite de l'extension des terrains paléozoïques, car, pendant toute la durée des temps primaires, la distribution des terres et des mers a été soumise aux plus grands changements. Il y a eu, à plusieurs reprises, de grandes transgressions, qui ont profondément modifié la face de la Terre. C'est le caractère de ces grandes transgressions que nous allons tout d'abord essayer de mettre en lumière, en nous basant sur les résultats exposés dans le volume de M. Frech.

Nous ne dirons rien des mouvements du sol qui ont eu lieu, dans les régions septentrionales de l'Europe et de l'Amérique, avant et après le dépôt du système Algonkien (Précambrien), et qui ont déterminé la discordance de l'Algonkien sur l'Archéen et celle du Cambrien sur l'Algonkien, ces faits étant bien connus en France, depuis qu'ils ont été si magistralement exposés par M. Marcel Bertrand. Nous n'insisterons pas davantage sur la transgression du Cambrien supérieur, que l'on observe partout dans le centre des Etats-Unis, puisque nous en avons parlé ici-même il y a quelques années. Remarquons seulement que cette transgression est en quelque sorte compensée par la régression du Cambrien supérieur dans l'Utah et dans la Colombie Britannique, et ajoutons que, d'après M. Frech, cette même régression s'observerait aussi dans la région méditerranéenne.

Au Silurien, nous avons à mentionner une régression de l'Ordovicien inférieur, aussi bien dans le Nord de l'Amérique que dans le Nord de l'Europe; dans la région méditerranéenne, par contre, le même terme est transgressif. Le Silurien supérieur est de nouveau manifestement en transgression et, dans les régions arctiques, la mer s'étend sur de vastes surfaces qui n'avaient pas été atteintes par

les eaux cambriennes et ordoviciennes. En revanche, le Silurien supérieur est en régression dans les Montagnes Rocheuses.

L'existence de mouvements orogéniques anté-dévonien et la transgressivité du vieux grès rouge dans l'Europe septentrionale, sont des phénomènes trop connus pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter; on sait également que, dans une bande plus méridionale, comprenant le Devonshire, l'Ardenne, la Thuringe, il y a également discontinuité et discordance entre le Silurien et le Dévonien, mais que, dans ces régions, tout le Dévonien est nettement marin et passe insensiblement, à sa partie supérieure, au Carbonifère; plus au sud encore, en Bohême, dans les Alpes Carniques ainsi que dans la Mayenne², le Silurien supérieur passe insensiblement et sans lacune au Dévonien inférieur, de sorte que, pendant longtemps, on n'a pas su établir la limite entre les deux systèmes et l'on a cherché à tourner la difficulté, en introduisant dans la nomenclature un étage intermédiaire, l'Hercynien, qui, actuellement, a aussi peu sa raison d'être que le Tithonique, établi dans des conditions semblables.

Enfin, il existe toute une série de points où le Dévonien moyen est transgressif, et ce terme est certainement, dans toute la série primaire, celui qui possède la plus vaste extension géographique, ainsi que le montrent les exemples extrêmement nombreux que M. Frech emprunte à toutes les parties du monde. Quant au Dévonien supérieur, il est caractérisé par un grand approfondissement des eaux, correspondant à une extension au moins aussi considérable que celle du Dévonien moyen. Cependant, la fin de la période est marquée, dans beaucoup de points, par le début d'une phase de régression, compensée par un retour, dans les régions lagunaires de l'Europe septentrionale, des eaux qui s'étaient retirées de ces régions au moment où, plus au sud, la transgression atteignait son maximum.

On voit, par ce coup d'œil sommaire, que les transgressions ne sont nullement des phénomènes tout à fait généraux, correspondant, par exemple, comme on l'avait pensé, à un afflux des mers, tantôt vers les régions polaires, tantôt vers l'équateur, ou à un transport des eaux alternativement dans un hémisphère ou dans l'autre. Loin d'être des événements dus à des causes cosmiques, les transgressions et les régressions sont bien plutôt en relation intime avec les mouvements orogéniques, car il est visible qu'ils sont localisés à des régions

¹ FRITZ FRECH : *Lethæa Palæozoica*, t. II, fasc. 1^{er}, gr. in-8°, 236 p., 13 pl., 3 cartes (Stuttgart, 1897).

² M. Frech ne signale pas ce point et semble ignorer, comme il le fait d'ailleurs en plusieurs endroits de son livre, les travaux si remarquables de M. D.-P. Oëlert sur la partie orientale du massif armoricain.

reliées entre elles par une histoire géologique commune. M. Frech insiste à plusieurs reprises, dans son livre, sur la *compensation* qui se manifeste entre une transgression dans une région déterminée et une régression dans une région géologiquement différente; il ne fait que signaler le fait, se réservant vraisemblablement de l'interpréter dans les conclusions de l'ouvrage, qui n'ont pas encore paru. Ce n'est pas le lieu de proposer ici une interprétation de la loi de compensation des mouvements positifs et négatifs du niveau marin, mais il convient de rappeler que M. de Grossouvre et l'auteur de cet article sont arrivés à reconnaître la généralité de cette loi pour les terrains secondaires et pour les terrains tertiaires.

De même que pour la période secondaire, les transgressions les plus étendues se manifestent, au Primaire, dans des régions antérieurement plissées, mais qui, postérieurement à la transgression, ne seront plus le théâtre de mouvements orogéniques importants, c'est-à-dire dans de véritables masses continentales, subissant des submersions périodiques. L'existence de plusieurs de ces anciennes masses continentales ressort très nettement des essais paléogéographiques de M. Frech. C'est ainsi que l'existence d'un continent arctique occupant le Nord de l'Amérique et le Nord de l'Europe, ainsi que tout le Nord de l'Atlantique, dès le début de la période primaire, semble de plus en plus évidente. On admettra aussi, avec M. Frech, que la Sibérie centrale formait un noyau tantôt submergé, tantôt exondé, et il en était vraisemblablement de même du continent brésilien. Quant au continent africain, dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut guère hésiter à admettre que sa plus grande partie s'est trouvée émergée pendant toute la durée des temps primaires.

Pour plusieurs autres conclusions de M. Frech, il y a peut-être lieu d'exprimer quelques réserves. Ainsi, l'attribution à des masses continentales de la plupart des régions qui, pendant la période secondaire, devaient constituer la Tethys de M. Suess, ne paraîtrait justifiée que s'il était démontré que les roches cristallophylliennes de ces régions ne sont pas, comme cela est probable, des dépôts paléozoïques métamorphisés. L'existence d'un ancien océan Pacifique est admise sans discussion, alors qu'il est parfaitement possible que son emplacement actuel ait correspondu, pendant la durée des temps primaires et pendant toute la période secondaire, à une masse continentale entourée, sur toute sa périphérie, par un vaste géosynclinal.

En ce qui concerne la profondeur à laquelle s'est effectué le dépôt des sédiments paléozoïques, nous devons faire remarquer que M. Frech considère la présence de calcaires comme l'indice de profon-

deurs océaniques et comme la preuve de l'existence de mers abyssales. Aucun faciès des terrains primaires ne rappelle cependant les dépôts « pélagiques » des océans actuels, et il semble bien que nous ne connaissions au Paléozoïque que des formations néritiques et bathyales.

Enfin, nous devons dire quelques mots des provinces zoologiques dont M. Frech a établi l'existence aux périodes cambrienne, silurienne et dévonienne.

Au Cambrien, les affinités des faunes du bord atlantique de l'Amérique du Nord avec celles de l'Europe septentrionale sont telles que beaucoup d'auteurs les ont attribuées toutes deux à une même province zoologique, la province nord-atlantique. A cette province, M. Frech oppose une province pacifique, caractérisée surtout par la présence, dans le Cambrien supérieur, du genre *Dicelloccephalus* et par l'absence des genres *Paradoxides* et *Olenus*. La province pacifique comprend le centre et l'ouest des États-Unis, la Corée, la Chine, l'Australie et la Tasmanie. L'uniformité des caractères zoologiques dans ces diverses régions est envisagée par M. Frech comme une preuve de l'ancienneté de l'océan Pacifique, mais elle peut tout aussi bien s'interpréter par l'hypothèse d'un géosynclinal circumpacifique, analogue à celui qui existait pendant les temps secondaires et notamment au Trias.

Au début de l'Ordovicien, il existe quatre provinces nettement séparées (bohème-méditerranéenne, Baltique, nord-atlantique, pacifique-nord-américaine), dont les caractères distinctifs s'effacent à la fin de la période, de telle sorte que la faune des termes supérieurs du Silurien possède une répartition à peu près universelle.

Au Dévonien, on rencontre des faits analogues. Au début et au milieu de la période, les provinces sont bien différenciées, en raison de la faible profondeur des bassins; au Dévonien supérieur, les mers ayant acquis une profondeur plus considérable, les faunes bathyales se retrouvent avec les mêmes caractères dans les différents bassins.

Cette universalité des faunes siluriennes et dévoniennes de mer profonde conduit à admettre que, pendant l'ère paléozoïque, la plus grande uniformité dans les conditions de température régnait à la surface du Globe.

III. — LE JURASSIQUE BORÉAL.

Deux gisements nouveaux de Jurassique viennent d'être découverts dans les régions arctiques, et les fossiles qu'ils ont fournis ont fait l'objet de notes paléontologiques. L'un et l'autre présentent un intérêt capital pour la théorie des provinces climatiques et pour la théorie des transgressions sur les masses continentales.

Le premier est situé sur la côté orientale du Groënland, au cap Stewart: c'est un calcaire ferrugineux peu épais, renfermant des Ammonites et des Bélemnites peu déterminables, associées à des Lamellibranches et à des Brachiopodes. M. Lundgren¹, qui a étudié cette petite faune, la considère comme callovienne et cette détermination me semble confirmée par une Ammonite qui, à en juger par la figure, appartient au groupe du *Perisphinctes rota*.

Le second gisement a été découvert par l'expédition Jackson-Harmsworth dans la Terre de François-Joseph, pendant le séjour de Frithjof Nansen. Les fossiles recueillis viennent d'être décrits par M. Newton²; ce sont des Céphalopodes appartenant aux genres *Macrocephalites*, *Cadoceras* et *Belemnites*, identiques à des espèces du Callovien de Russie.

Les deux gisements, malgré la distance énorme qui les sépare, se présentent dans des conditions identiques. Dans les deux cas, les couches marines reposent sur des couches à plantes et sont recouvertes par des coulées de basaltes, qui les ont évidemment préservées de la destruction par les agents atmosphériques, comme cela a été le cas pour les lambeaux jurassiques du Nord de l'Ecosse.

On connaît également des dépôts calloviens au Spitzberg, à Andö, l'une des îles Lofoden, et dans les Black-Hills du Dakota. Dans tous ces affleurements, le Callovien est transgressif; il repose soit sur les terrains anciens, soit sur du Trias, soit sur du Jurassique inférieur continental; or, tous ces affleurements sont situés dans des régions que l'on doit envisager, ainsi que l'a démontré M. Sness, comme les restes d'un *continent nord-atlantique* très ancien, morcelé, à une époque relativement récente, par de grandes fractures. C'est un fait très remarquable que la transgression callovienne se soit fait sentir sur toute l'étendue de ce continent, en des points extrêmement distants les uns des autres, car on remarque la même transgression sur d'autres masses continentales, commençant quelquefois un peu plus tôt, mais se produisant toujours au moment où, au contraire, l'on observe un retrait de la mer dans les géosynclinaux sur l'emplacement desquels s'élèveront les chaînes de montagnes du système alpin.

Il est intéressant de constater, en outre, que la mer callovienne a déposé partout sur le continent nord-atlantique des sédiments de mer peu profonde

(néritiques), renfermant une faune dont le caractère boréal se traduit par la présence des genres *Cadoceras* et *Cardioceras* (Spitzberg, Dakota), qui font entièrement défaut dans la région méditerranéenne proprement dite¹, même lorsque les dépôts calloviens se présentent, comme dans le Liban et dans la province de Cutch, en Inde, dans des conditions de transgressivité et de faciès analogues à celles que l'on observe sur le continent nord-atlantique.

IV. — LA LIMITE DU CRÉTACÉ ET DU TERTIAIRE.

La question des limites entre les diverses périodes géologiques revient périodiquement sur le tapis. Si, avec certains auteurs, on considère ces limites comme des coupures conventionnelles et consacrées par la tradition, arbitrairement placées au milieu de formations continues, qui renferment des fossiles se modifiant par une lente évolution, cette question est évidemment sans grand intérêt; mais, depuis que l'on commence à se rendre compte de la coïncidence qui existe entre les mouvements orogéniques et les grandes transgressions ainsi qu'entre celles-ci et les arrivées brusques de faunes nouvelles, on tend également à mettre nos classifications stratigraphiques en harmonie avec ces événements géologiques. Il peut donc y avoir quelque intérêt à exposer l'état actuel de la question des limites entre le Crétacé et le Tertiaire, remise à l'ordre du jour par une note récente de M. de Grossouvre².

En discutant une série de coupes de la région pyrénéenne, dont quelques-unes sont classiques, cet auteur est amené à ranger dans le Tertiaire un ensemble de couches précédemment considérées comme crétacées et attribuées à un étage terminal du Crétacé, au Garumnien de Leymerie. Dans la Haute-Garonne, cet ensemble repose sur des calcaires à *Hemipneustes* que l'on peut paralléliser sans hésitation avec le tuffeau de Maëstricht, avec la craie à Baculites du Cotentin et avec les calcaires à *Stegaster* des Basses-Pyrénées. Il débute par des couches saumâtres, alternant quelquefois avec des lits marins, qui contiennent la même faune que les couches sous-jacentes et sont donc incontestablement sénoniennes. Puis viennent des calcaires lithographiques, d'origine lacustre, qui accentuent le mouvement négatif, accusé déjà par le faciès saumâtre des couches sous-jacentes. Le terme su-

¹ B. LUNDGREN: Anmärkningar om några Jura-fossil från Kap Stewart. *Meddelser om Grönland*, t. XIX (1896), p. 189-214, pl. III-V.

² E. T. NEWTON and J. J. H. TEALL: Notes on a collection of rocks and fossils from Franz Josef Land. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. LIII (1897), p. 577-519, pl. XXXVII-XLI.

¹ La présence de *Cardioceras* dans le Callovien de l'Ar-dèche est due peut-être à ce que des courants froids venant du Nord et longeant le Massif Central, amenant dans la région cet élément boréal au milieu d'un bassin à faune équatoriale.

² A. DE GROSSOUBE: Sur la limite du Crétacé et du Tertiaire. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e sér., t. XXV, p. 57-80 (1897).

périeur du Garumnien est constitué de nouveau par des couches marines, contenant surtout des Echinides, parmi lesquels se trouvent de nombreuses espèces crétacées, associées à quelques types éocènes. C'est ce terme supérieur que M. de Grossouvre propose de rattacher déjà à la série tertiaire et, avec lui, toutes les couches qui, dans les Basses-Pyrénées, dans le bassin de Paris, en Belgique, en Danemark, peuvent être envisagées comme synchroniques et qui constituent ce que l'on a appelé l'étage danien.

Il est manifeste que, dans les Pyrénées, il existe un passage tout à fait insensible entre le Crétacé supérieur et l'Eocène inférieur, sans la moindre lacune, sans la moindre trace de discordance entre les deux séries. Dans la Haute Garonne, la limite supérieure du Garumnien est presque partout marquée par un banc pétri d'*Operculina Heberti*, qui se retrouve aussi dans les Basses-Pyrénées et qui renferme les premières Nummulites. Au-dessus viennent des calcaires à *Lithothamnium*, contenant plusieurs espèces qui se trouvaient déjà dans le Garumnien supérieur. La limite du Crétacé et du Tertiaire ne peut donc être basée sur des considérations locales, et ce n'est qu'en établissant le parallélisme avec d'autres régions que l'on peut arriver à une solution.

M. de Grossouvre attache une grande importance au fait que, dans la partie orientale des Pyrénées, le Garumnien passe latéralement à des couches lacustres à *Physa prisca*, qui se retrouvent en Provence, où elles ont généralement été attribuées au Tertiaire. Il en conclut que le Garumnien supérieur doit subir le même sort.

Dans les Basses-Pyrénées et dans les Landes, l'équivalent du Garumnien supérieur est constitué, d'après les observations de M. Seunes, par des calcaires à *Stegaster*, où l'on rencontre le *Nautilus danicus*, espèce caractéristique du Danien des environs de Paris, du Danemark, de l'Inde, et dans lesquels les Ammonites et les Baculites font entièrement défaut, tandis que dans les couches sénoniennes sous-jacentes elles sont encore très abondantes. C'est surtout sur l'absence complète des Ammonoïdés dans tous les gisements daniens que M. de Grossouvre s'est basé pour placer ces gisements à la base de l'Eocène. Ces Céphalopodes ont disparu avec les dernières couches du Sénonien, en même temps que les Bélemnites et, d'après M. de Grossouvre, — mais ceci demanderait à être prouvé — en même temps que les Rudistes.

Si, dans l'établissement des coupures stratigraphiques, on se basait uniquement sur l'extinction de certains groupes, les conclusions de M. de Grossouvre seraient parfaitement justifiées. Mais il est infiniment plus logique de faire intervenir,

dans ces questions de délimitation, non pas la disparition de types anciens, mais l'apparition brusque de types nouveaux, apparition due à des immigrations de faunes qui coïncident généralement avec de grands déplacements des mers. Dans ces conditions, c'est à l'apparition des types tertiaires qu'il convient d'attribuer une importance prépondérante, et, comme ce sont les Nummulites qui constituent le type marin le plus caractéristique du groupe éogène (ou Nummulitique), il faut faire commencer la série tertiaire par la première apparition des Nummulites dans les mers de l'Europe. Or, nous avons vu que cette apparition avait lieu à la fin du dépôt du Garumnien supérieur, dans les couches à *Operculina Heberti*; on ne peut donc pas hésiter à envisager ce niveau, si constant dans les Pyrénées et qui se retrouve dans le Vicentin, comme l'assise tertiaire la plus ancienne, et l'on devra placer encore les couches sous-jacentes, c'est-à-dire l'étage danien, dans le Crétacé.

Dans le Nord de l'Europe, où d'importants mouvements ont eu lieu à la limite du Crétacé et du Tertiaire, on n'éprouve pas, à établir la coupure stratigraphique, les mêmes difficultés que dans les régions où la série est continue. Le Danien se distingue très facilement à la fois du Sénonien, qu'il a « raviné », et du Thanétien (sables de Bracheux), qui inaugure la transgression des dépôts éocènes inférieurs. Sa faune présente à la fois des affinités crétacées et des affinités tertiaires, et ces dernières vont en s'accroissant dans la subdivision supérieure, qui est connue sous le nom de Montien¹.

En dehors de l'Europe, les difficultés que l'on avait éprouvées à établir la limite du Jurassique et du Tertiaire tenaient surtout à l'insuffisance des documents. Maintenant on arrive au résultat que les dépôts des deux époques peuvent être facilement distingués.

Il y a quelques années seulement, on lisait dans un ouvrage de vulgarisation², d'ailleurs excellent à tous égards, la phrase suivante : « Ici (sur la côte ouest de la Californie), il ne peut plus subsister le moindre doute que des types du Tertiaire se sont mélangés avec la faune du Crétacé supérieur, d'abord insensiblement, puis de manière à prédominer, si bien que nous voyons s'éteindre les Ammonites, entourées d'une population appartenant à une ère nouvelle. » Grâce aux travaux récents des géologues californiens, cette opinion, qui était basée surtout sur les affirmations de M. Marcou et qui tendait de plus en plus à s'accréditer, a été reconnue erronée.

¹ MENIER-CHALMAS : Sur les assises montiennes du bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e sér., t. XXV, p. 82-90.

² E. KÖREN : Die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte, p. 437 (Leipzig, 1893).

Un travail récent de M. Stanton¹ vient jeter un tout nouveau jour sur les relations qui existent entre le Crétacé et le Tertiaire des côtes californiennes. L'auteur y fournit la démonstration que le groupe de Chico et le groupe de Tejon, considérés précédemment comme intimement soudés, et reliés entre eux par des espèces communes, attribués tous deux, par certains auteurs, au Tertiaire, sont en réalité indépendants l'un de l'autre et que le premier est crétacé, le second est tertiaire. Dans l'Oregon, les couches de Tejon reposent en transgressivité sur du Crétacé inférieur; en Californie, tout en faisant suite en concordance parfaite aux couches de Chico, elles en sont séparées par une certaine épaisseur de couches sans fossiles, et M. Stanton n'est pas éloigné de croire qu'un jour ou l'autre on découvrira les preuves d'une période d'érosion entre les deux formations.

La faune des couches de Chico est nettement crétacée, et c'est dans ces couches qu'ont été rencontrées les Ammonites, les Baculites et autres fossiles crétacés, auxquels on avait à tort assigné un âge éocène. Les prétendus types tertiaires que l'on a recueillis associés aux Céphalopodes sont, en réalité, des types indifférents qui ont vécu sans se modifier pendant de longues périodes géologiques.

La faune des couches de Tejon est, par contre, nettement tertiaire, et il est même peu probable qu'elle appartienne à l'Éocène inférieur, car elle n'est pas sans offrir des analogies avec celle du Lutétien. Aucun des types crétacés que l'on prétendait y avoir rencontrés n'a été retrouvé par les auteurs récents, et c'est le cas, en particulier, pour l'*Ammonites jugalis*, que Gabb avait signalé dans les couches de Tejon.

Le nombre des espèces communes aux couches de Chico et de Tejon se réduit à six et ce sont des types persistants d'une grande extension verticale. Enfin, les prétendues couches de passage entre les groupes de Chico et de Tejon, qui devaient contenir un mélange d'espèces des deux groupes, appartiennent en réalité aux couches de Tejon et ne contiennent aucun type mésozoïque.

En ce qui concerne l'Amérique du Sud, on avait également admis, depuis le célèbre voyage de Darwin, que des Ammonites et des Baculites se rencontrait au Chili jusque dans les couches ter-

tiaires. M. Steinmann² a fait justice de cette légende et a démontré que les couches renfermant des Céphalopodes sont indubitablement sénoniennes, tandis que les couches tertiaires qui leur sont superposées appartiennent au Miocène, de sorte que l'hiatus entre les dépôts crétacés et les dépôts tertiaires est encore plus considérable que dans l'Amérique du Nord.

Quoique certains auteurs aient signalé en Patagonie, sur le littoral atlantique, un passage tout à fait insensible entre le Crétacé et le Tertiaire, il est actuellement démontré que, dans cette région, on observe la même discontinuité qu'au Chili. En effet, sur le versant oriental des Andes, des couches crétacées saumâtres, renfermant des Dinosauriens mais point de Mammifères, supportent, d'après M. Hatcher³, des couches marines, connues généralement sous le nom de *couches patagoniennes* et considérées par M. Fl. Ameghino⁴ comme un terme de passage entre le Crétacé et le Tertiaire, mais qui, d'après la faune recueillie par M. Hatcher, seraient incontestablement éocènes. Sur ces couches patagoniennes se sont déposées, après une phase d'érosion, de nouvelles couches marines à faune miocène, qui à leur tour supporteraient en discordance les couches saumâtres ou lacustres de Santa-Cruz⁵.

Emile Haug,

Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences
de l'Université de Paris.

¹ G. STEINMANN : Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Südamerika, III. Neues Jahrb., Beil.-Bd. X, p. 27.

² J.-B. HATCHER : On the Geology of Southern Patagonia, Amer. Journ. of Science, 4th ser., vol. IV (nov. 1897), p. 326-359.

³ FL. AMEGHINO : Notes on the Geology and Palaeontology of Argentina. Geol. Magaz. (1897), p. 12.

⁴ Les observations de M. Hatcher mettent en question les déterminations d'âge des couches à Mammifères de la Patagonie données par M. Ameghino. La superposition des couches patagoniennes aux couches à *Pyrotherium* n'est rien moins que démontrée; or, on sait que c'est sur cette superposition ainsi que sur les prétendues relations stratigraphiques avec les couches à Dinosauriens que M. Ameghino s'est basé pour affirmer l'âge crétacé des Mammifères de la faune à *Pyrotherium*. (Voir dans la Revue du 28 février 1898 l'article de M. GLANGEAUD sur les *Mammifères crétacés de la Patagonie*.) D'autre part, les couches de Santa-Cruz ont été placées par M. Ameghino dans l'Éocène, par M. Zittel dans l'Oligocène, par MM. Schlosser et Lydekker dans le Miocène. D'après les observations de M. Hatcher, ce serait à cette dernière détermination qu'il conviendrait de s'arrêter, car les couches de Santa-Cruz seraient plus récentes qu'une série marine que l'on doit paralléliser avec les couches de Navidad miocènes du Chili et qui contient des fossiles incontestablement néogènes, tels que les Scutelles.

⁵ TIMOTHY W. STANTON : The faunal relations of the Eocene and Upper Cretaceous on the Pacific coast. 17th ann. Rep. of the U. S. Geol. Surv. (1898).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Richard J., Professeur de Mathématiques au Lycée de Tours. — *Leçons sur les Méthodes de la Géométrie moderne.* — 1 vol. in-8° de 240 pages, avec figures. (Prix: 6 fr.) Société d'Éditions scientifiques, Paris, 1898.

Ce livre est surtout destiné à l'enseignement. Rien ne saurait être plus utile que le but poursuivi par l'auteur. La Géométrie moderne offre des ressources dont la plupart des élèves se trouvent dépourvus, même dans les classes de Mathématiques spéciales. Il faut reconnaître cependant qu'en dépit du titre, l'ouvrage est peut-être fait à un point de vue trop exclusivement analytique, ce qui s'explique par la tendance actuelle de l'enseignement. On pourrait aussi reprocher à l'auteur d'avoir voulu introduire de trop nombreux sujets dans son livre, tout en lui conservant une forme sommaire. C'est ainsi, par exemple, qu'il s'efforce de donner quelques notions sur les équipollences, sans qu'on trouve seulement cité le nom de Bellavitis, et qu'il consacre une leçon de quelques pages à la Géométrie non euclidienne, sans parler de Lobatchefsky. Pour notre compte, nous espérons plutôt, d'après le titre, retrouver l'excellent ouvrage de Housel, *Introduction à la Géométrie supérieure*, avec les additions nécessitées par les progrès de la science.

Ces réserves faites, nous n'en considérons pas moins la tentative de M. Richard comme éminemment intéressante. Dans le pays de Chasles et de Poncelet, il est triste de voir l'étude de la Géométrie moderne délaissée, pour ainsi dire, dans l'enseignement. Avec sa vaste instruction et son amour de la science, M. Richard pourra, en s'y préparant à l'avance, et sans aucune hâte, accomplir mieux que personne l'œuvre utile qui est encore à faire dans cet ordre d'idées.

C.-A. LAISANT,
Docteur en sciences.

Nau (F.), du Clergé de Paris. — *Formation et extinction du clapotis.* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 brochure in-4° de 36 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1898.

Dans le langage courant, on dit que l'eau « clapote » toutes les fois qu'elle a un mouvement stationnaire et modéré, accompagné d'un bruit caractéristique. Mais pour les marins et les ingénieurs, le mot « clapotis » a une signification à la fois plus compliquée et plus précise.

Dans certains cas, les particules qui composent les lames décrivent des orbites fermées. Il y a *houle* quand l'orbite est curviligne; il y a *clapotis* quand la particule fait son va-et-vient sur un segment de droite. Dans son *Cours de Travaux maritimes*, professé à l'École des Ponts et Chaussées, M. l'inspecteur général Quinette de Rochemont s'exprime ainsi : « Le clapotis est le mouvement de l'eau caractérisé par l'existence de lames qui sont, en apparence, dépourvues du mouvement de propagation propre à la houle et qui semblent s'élever et s'abaisser sur place. Le cas le mieux défini de clapotis s'observe au vent d'un quai vertical, perpendiculaire à la propagation de la houle, qui vient se heurter contre lui. »

Depuis longtemps les géomètres ont soumis au calcul le problème de la propagation des ondes périodiques dont le clapotis est un cas particulier. M. Nau fait un historique succinct de ces recherches. On trouvera une analyse historique raisonnée et fort complète de la matière dans le mémoire intitulé « De la Houle et du

Clapotis », que M. l'ingénieur en chef Flamant, en collaboration avec feu de Saint-Venant, a inséré dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (année 1888, p. 705 à 808). On y trouvera les noms de Léonard de Vinci, Newton, Laplace, Poisson, Ostrogradski..... Dans ces dernières années, des résultats importants ont été obtenus par M. Boussinesq.

M. Nau, élève de M. Boussinesq, généralise et complète en plusieurs points les théories de son savant maître; il s'attache surtout au calcul de la constante qui règle l'extinction du clapotis sous l'influence des frottements. Sont ainsi passés en revue les cas du clapotis :

- En mer (milieu indéfini : frottements extérieurs nuls);
- Dans une cuve rectangulaire (aquarium);
- Dans un tube en U;
- Dans un vase cylindrique.

Les résultats du calcul, sur la forme du clapotis, sont contrôlés par l'expérience. On photographie instantanément (dans le laboratoire de M. Marey) des masses d'eau soulevées au clapotis et tenant en suspension des petits flotteurs (billes argentées). L'accord paraît satisfaisant entre la théorie et l'expérience.

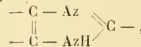
La thèse de M. Nau, comme celle d'un autre élève de M. Boussinesq, M. Delemer (voir notre compte rendu dans la *Revue* du 30 octobre 1895), se rattache à l'hydrodynamique de laboratoire, ou, si l'on veut, à la Physique. Ces thèses ne présentent rien de bien saillant au point de vue du mathématicien et de l'ingénieur et échappent ainsi à nos compétences.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Lyon.

2° Sciences physiques

Muttele (F.). — *Sur quelques imino-amines (amidines). Contribution à l'étude des matières colorantes azoïques.* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 brochure de 60 pages. Gauthier-Villars et fils, imprimeurs, Paris, 1898.

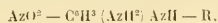
Dans ce travail, M. Muttele se propose de rechercher si, dans les couleurs substantives qui renferment le noyau pentagonal :



il est possible de remplacer l'hydrogène du groupe AzH par un radical aromatique sans leur faire perdre leur propriété de teindre directement le coton.

On sait que le remplacement total de ce groupe par un atome d'oxygène ou de soufre divalents conserve à ces composés leur caractère substantif, même quand ils ne renferment qu'une seule branche latérale diazotée, tandis que les matières colorantes dérivées de la benzidine ou de ses homologues doivent toujours en renfermer deux.

Afin de résoudre cette intéressante question, l'auteur a été conduit à préparer un assez grand nombre de bases nouvelles qu'il obtient en traitant, à chaud, les nitro-orthodiamines aromatiques monosubstituées de la forme :

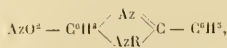


où R est un radical aromatique, par le chlorure de benzoyle ou son dérivé parinitré.

Il se forme d'abord une combinaison benzoylée :



puis un anhydride interne :



que l'on réduit finalement par l'étain et l'acide chlorhydrique.

Dans le cas du chlorure de benzoyle paranié, on obtient naturellement dans les mêmes circonstances une base diacide.

Il nous est impossible de suivre ici l'auteur dans tous les détails de préparation de ces différents corps, qui sont tous parfaitement cristallisés; nous nous demandons seulement pourquoi il les appelle des *amido-amidines*; ne vaudrait-il pas mieux les considérer comme des β -pyrazols ou des glyoxalines aromatiques, dont ils possèdent la structure fondamentale?

Il nous semble qu'une nomenclature fondée sur cette analogie serait plus claire que celle qui a été adoptée par M. Muttelet.

Quoi qu'il en soit, il résulte de l'étude de ces bases qu'elles sont capables de diazotation et que les chlorures diazoïques qui en dérivent se laissent copuler, en liqueur alcaline, avec la plupart des phénols.

Cette copulation, avec les naphthols ou leurs produits de substitution amino-sulfonés, donne naissance à des matières colorantes qui ne sont substantives que lorsqu'elles renferment deux fois le groupe diazoïque —Az = Az—.

Les bases en question se comportent donc comme la benzidine et non comme celles où le reste divalent AzH du noyau n'a pas été substitué.

C'est là une conclusion importante pour la théorie des matières colorantes azoïques, et nous ne pouvons que féliciter M. Muttelet de son travail, qu'il se propose d'ailleurs d'étendre encore, en vue surtout de savoir si la propriété substantive dépend de la position des fonctions chromogènes à l'intérieur de la molécule.

L. MAQUENNE,
Professeur au Muséum.

3° Sciences naturelles

Roule (Louis), *Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — *L'Anatomie comparée des Animaux basée sur l'Embryologie.* — 2 vol. in-8°, contenant 1972 pages et 1202 figures. (Prix : 48 fr.) G. Masson et Co, éditeurs. Paris, 1898.

Voici un ouvrage qui ne ressemble à aucun des traités d'Anatomie comparée ou de Zoologie publiés jusqu'à ce jour. C'est une œuvre toute personnelle et d'une allure entièrement originale, où nous retrouvons les qualités que l'auteur a montrées dans ses livres antérieurs, *l'Embryologie générale* et *l'Embryologie comparée*, dont la *Revue* a publié des analyses. *L'Anatomie comparée* complète ces deux ouvrages, dont elle se trouve être la suite naturelle et nécessaire en quelque sorte. Pour bien montrer les tendances de cette œuvre, je ne puis mieux faire que d'emprunter à l'auteur lui-même quelques lignes de l'introduction où il indique le point de vue auquel il s'est placé.

Le but poursuivi par M. Roule n'a pas été d'exposer, en son entier, la structure détaillée des animaux, et de signaler tous les faits qui concernent tous les groupes d'êtres; il s'est contenté d'indiquer les plus importants de ces faits et de les utiliser pour rechercher les ressemblances et les dissimilitudes qui existent entre les subdivisions du règne animal. « Ma pensée directrice, dit M. Roule, a été la suivante : montrer la liaison continue des formes dans la nature, et imposer ainsi, comme une conséquence immédiate, forcée, la notion de l'évolution. Les formes des animaux ne sont pas des entités isolées, ni distinctes les unes des autres; elles se rattachent mutuellement par des transitions ménagées, dont beaucoup se révèlent à nous. Aussi, importait-il de chercher les liaisons, non seulement dans les organismes achevés, et parvenus à l'état adulte, mais

encore dans les embryons : l'Embryologie doit être invoquée sans cesse pour aider à comprendre l'Anatomie comparée; elle s'établit en ce cas, comme une base dont on ne peut se passer. *L'Anatomie comparée* est donc à la fois un traité élémentaire appuyée sur l'Embryologie et un exposé succinct de philosophie zoologique. La manière dont les faits, mis en leur lieu naturel, se groupent et se complètent, donne, par elle seule, avec une évidence toujours plus nette, le sentiment d'une lente évolution subie incessamment par la matière vivante et des voies qu'elle a suivies.

« Celivre ainsi préparé et présenté, continue M. Roule, est une démonstration de la vérité, sans cesse plus nette et plus frappante, du principe de Milne-Edwards : *La nature va du simple au complexe, grâce à une différenciation des formes toujours plus accentuée, liée à une division toujours plus grande du travail vital*. Ce principe est vraiment la loi directrice, dans les sciences biologiques comme dans celles qui s'y rattachent; il est le guide constant sans lequel on ne trouve que fausseté et erreur... »

L'Anatomie comparée de M. Roule est donc basée sur l'Embryologie; c'est là ce qui la distingue des traités similaires et ce qui lui donne son cachet particulier. Par ses travaux antérieurs, l'auteur était admirablement préparé pour écrire un ouvrage de ce genre, car c'est un embryologiste de profession, et, je puis ajouter, l'un des rares que nous comptons en France.

L'Anatomie comparée étant une suite de *l'Embryologie générale* et de *l'Embryologie comparée*, l'auteur entre immédiatement dans son sujet par l'étude des Protozoaires, et il étudie successivement les différents embranchements du Règne animal, conformément à la classification établie par lui dans *l'Embryologie générale*. Chaque embranchement fait l'objet d'un chapitre, dont les premiers paragraphes, consacrés à la discussion des caractères et aux relations de l'embranchement avec les embranchements voisins, renferme des considérations sur sa nature, son importance et son organisation d'ensemble, aussi bien chez l'embryon que chez l'adulte. Les paragraphes suivants se rapportent aux différents systèmes organiques pris isolément; enfin, un dernier paragraphe a pour objet les principes de la classification et les relations individuelles des différentes classes. Fidèle à son principe, M. Roule a supprimé bien des détails, laissé de côté des dispositions d'importance secondaire pour insister sur les grandes lignes de l'organisation et les faire valoir, en procédant toujours du simple au complexe, comme la nature dans sa marche évolutive.

Un ouvrage d'Anatomie comparée ne se prête guère à l'analyse des différents chapitres et ce que j'ai dit plus haut montre suffisamment dans quel esprit ceux-ci sont écrits. J'ajouterais que le livre de M. Roule se lit avec la plus grande facilité, sans la moindre fatigue; et cela tient, en partie, à ce qu'il ne renferme pas ces descriptions minutieuses, ces exposés détaillés, qui encombrant habituellement les traités d'Anatomie comparée. Aussi la lecture de cet ouvrage, tout en étant fort intéressante pour des zoologistes de profession, peut-elle être recommandée aux étudiants qui lui liront avec un grand plaisir; ils le retiendront facilement parce que les faits s'y enchaînent avec méthode et les conclusions en découlent tout naturellement. A ce point de vue, le livre de M. Roule ne fait pas double emploi avec les autres traités d'Anatomie comparée, et l'on y trouvera, ce qu'on ne trouve pas toujours dans ces derniers, des idées générales.

L'Anatomie comparée comprend deux gros volumes, formant ensemble près de 2000 pages et illustrés de 1202 figures. Pour donner une idée du développement accordé à certains embranchements, je dirai que les Vertébrés occupent, à eux seuls, plus de 550 pages, et les Arthropodes près de 400. Les figures, presque toutes originales, sont d'une exécution parfaite et très artistiques. Elles sont, en général, moins schématisées que dans *l'Embryologie comparée* et leur intérêt en accroît. A première vue, il pourra sembler peut-être que l'ouvrage est trop

volumineux, mais je ne crois pas qu'après examen ce reproche soit maintenu, la lecture en étant très facile comme je le disais plus haut.

En terminant, je me permettrais une critique, qui s'adresse plus à l'éditeur qu'à l'auteur lui-même. Les volumes portent tous deux la date de 1898, et ils ont en effet été publiés tous les deux au commencement de cette année. D'autre part, l'auteur nous apprend que la bibliographie qui termine chaque chapitre, a été arrêtée à 1895. Je ne crois pas me tromper en supposant que l'impression de chaque volume a duré un an en moyenne. Pourquoi, dès lors, n'avoir pas publié le premier volume en 1896 ou même en 1897, avec la date de cette année, et le deuxième un an plus tard? Certains parties, rédigées en 1895 et imprimées en 1895 ou en 1896, ne sont pas tout à fait au courant de la bibliographie et ne répondent pas à la date que porte le premier volume. Cet inconvénient aurait pu être évité facilement si l'éditeur avait fait paraître le premier volume un an ou dix-huit mois avant le deuxième.

Dr R. KÖHLER,
Professeur de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Lyon.

Gravel (A.), *Chef des Travaux de Zoologie à l'Université de Bordeaux.* — *Précis d'Anatomie comparée et de Dissections.* — 1 vol. in-16 de 260 pages avec 294 figures. (Prix : 3 fr. 50) Les Fils d'Emile Deyrolle, éditeurs, 46, Rue du Bac, Paris, 1898.

Ce petit ouvrage est destiné aux candidats au certificat des sciences physiques, chimiques et naturelles. Sous sa forme réduite, il ne peut être qu'une sorte de sommaire des principales questions relatives à l'Anatomie comparée. C'est ainsi en effet que l'auteur l'a compris. Le *Précis* est divisé en deux parties.

Une première partie est consacrée aux principaux appareils et systèmes organiques, chaque appareil formant l'objet d'un chapitre.

Les indications techniques pour les dissections ont été groupées dans une seconde partie, dont les chapitres répondent aux divers embranchements du règne animal. Les figures sont assez nombreuses, mais beaucoup sont un peu trop rudimentaires.

Dr H. BEAUREGARD,
Assistant au Muséum.

4^e Sciences médicales

Marinesco (G.) et Sériex (P.). — *Essai sur la pathogénie et le traitement de l'épilepsie.* — 1 vol. in-8° de 183 pages. F. Hayez, éditeur. Bruxelles, 1898.

La description clinique des paroxysmes épileptiques (attaques convulsives, vertiges, absences, délire amnésique, etc.) a été faite de main de maître par quelques-uns des meilleurs neurologistes de France et de l'étranger; l'épilepsie sensitive, les phénomènes d'épuisement, etc., ont été récemment l'objet de travaux qui en ont déterminé avec précision la symptomatologie. MM. Marinesco et Sériex ont jugé inutile de reprendre en sous-œuvre une construction qui leur paraissait solidement établie; ils se sont bornés à esquisser sommairement le tableau des diverses manifestations de la névrose comitiale, pour bien déterminer le champ de leurs investigations; et ils n'ont même touché à la question du mécanisme physiologique qu'elles mettent en œuvre que dans la mesure où cela était utile, pour mieux faire comprendre quelles sont les conditions d'apparition et d'évolution progressive ou régressive de la maladie; c'est, comme l'indique le titre de leur *Essai*, sur la pathogénie de l'épilepsie qu'ils ont fait porter tout leur effort, et ils se sont attachés à la déterminer rigoureusement pour pouvoir fonder sur ces notions précises un traitement rationnel.

L'épilepsie se peut définir, d'après MM. Marinesco et Sériex, une névrose à stigmates permanents et à paroxysmes intermittents, que caractérise essentiellement une éclipse plus ou moins passagère de la cons-

cience; c'est cette perte de conscience plus ou moins complète, et non pas les attaques convulsives qui, en certaines formes du mal comital, font entièrement défaut, qui sert de marque distinctive à l'épilepsie. Dans la description qu'ils ont donnée des paroxysmes épileptiques, les auteurs se sont attachés tout particulièrement à faire connaître en tous leurs détails les phénomènes prémonitoires immédiats de l'accès, les *auras*; ce sont, en réalité, de véritables hallucinations, liées à l'irritation des « neurones de réception » (cellules sensitives de l'écorce), qui précèdent et annoncent la décharge motrice ou l'interruption prochaine de la conscience; elles constituent, à vrai dire, une sorte d'épilepsie sensitivo-sensorielle.

MM. Marinesco et Sériex ont clairement et habilement résumé les résultats des plus récents travaux sur l'épilepsie sensitive proprement dite, l'épilepsie partielle (épilepsie jacksonienne), les phénomènes d'épuisement; ils ont nettement mis en lumière les caractères propres des accès délirants comitiaux, — caractères qui permettent de les différencier des délires vésaniques ou toxiques qui, souvent, coexistent avec eux chez un même sujet, — et ont réuni, sous forme de tableaux, de très intéressantes données sur la fréquence et la périodicité des paroxysmes épileptiques.

Ils ont alors abordé leur sujet véritable, l'étiologie du morbus sacer; l'épilepsie est, pour eux, un individu porteur de déféctosités cérébrales, le plus souvent congénitales, parfois acquises, et chez lequel, par ce fait même, les éléments nerveux sont dans un état de moindre résistance, de vulnérabilité, à l'égard des causes provocatrices (infections, intoxications, émotions morales, surmenage, etc.); c'est cette vulnérabilité des centres corticaux qui constitue l'état permanent inter-paroxystique, qui tient sous sa dépendance l'apparition des paroxysmes eux-mêmes. Plus sera forte cette irritabilité des éléments nerveux chez un sujet donné, moins la cause provocatrice aura besoin d'être puissante; une irritation banale, quelquefois même une excitation physiologique de certaines surfaces sensitives (les muqueuses génitales, par exemple) suffiront à déterminer la crise; certaines causes provocatrices, d'autre part (l'intoxication absinthique, par exemple), agissent avec tant de puissance, qu'elles peuvent suffire presque à créer de toutes pièces l'épilepsie chez un sujet non prédisposé ou dont les lésions nerveuses, tout au moins, sont très peu nombreuses et peu marquées. C'est la connaissance approfondie de ce « tempérament épileptique », héréditaire ou acquis, qui seule peut permettre d'en arriver à une conception exacte de la pathogénie du mal comital.

Il reconnaît le plus souvent, comme facteur essentiel, l'hérédité; l'hérédité similaire, en dépit des affirmations contraires, est fréquente; un grand nombre d'épileptiques sont des fils ou des descendants d'épileptiques et, d'une manière générale, c'est dans les tares nerveuses, dans les états névropathiques ou psychopathiques de ses ascendants qu'il faut aller chercher l'explication des accidents convulsifs ou des délires amnésiques que l'on constate chez un malade. Le rôle prépondérant dans la genèse de la prédisposition épileptique semble appartenir à l'alcoolisme des parents ou même simplement, en bien des cas, à l'usage copieux des boissons alcooliques dans la période où l'enfant a été conçu ou pendant sa vie fœtale. Une statistique, qui porte sur 142 observations personnelles, achève de mettre en éclatante lumière cette action dominante de l'hérédité dans la pathogénie du mal comital, action que démontraient déjà, avec une sorte d'évidence, les faits patiemment groupés par la plupart des neurologistes et des aliénistes qui ressortaient surtout, avec une inexorable clarté, des beaux travaux de M. Legrain sur l'alcoolisme et la dégénérescence mentale.

En l'absence même de tous renseignements directs sur leurs antécédents héréditaires, les stigmates physiologiques de dégénérescence dont sont porteurs la plupart

des épileptiques, et surtout leur état mental défectueux, si pareil à celui des dégénérés non convulsifs, les obsessions, les impulsions que l'on observe chez eux, les conceptions à demi délirantes auxquelles ils se laissent aisément entraîner, les troubles vésaniques nettement caractérisés qui coexistent chez bon nombre d'entre eux avec les accidents qui se rattachent immédiatement à la névrose comitiale, suffiraient à établir, d'une façon irrécusable, l'existence, chez leurs ascendants, de lésions névropathiques et psychopathiques multiples et graves. Les idiots, les imbeciles, les débiles ne sont point rares dans les rangs des épileptiques, et ceux d'entre eux qui sont intelligents et capables d'une activité utile et coordonnée ont souvent la même déséquilibre de caractère que les dégénérés supérieurs, les mêmes bizarreries, et sont condamnés aux mêmes irrésistibles et angoissantes obsessions. Il faut prendre bien garde de distinguer ces troubles psychiques, qui sont l'indice de la prédisposition épileptique, de ceux qui sont liés directement aux accès comitiaux et de ces altérations secondaires de l'intelligence et du caractère qu'engendre la répétition des ictus. De nombreuses observations illustrent la démonstration, satisfaisante de tous points, que MM. Marinesco et Sérioux ont faite, avec une extrême clarté, de la thèse qu'ils soutiennent.

Après avoir montré qu'il convenait de faire rentrer dans le cadre des épilepsies les convulsions de l'enfance et indiqué que l'épilepsie n'a pas le caractère presque exclusivement juvénile que tendent à lui attribuer certains cliniciens, et qu'elle apparaît parfois seulement à un âge assez avancé, les auteurs ont passé en revue les diverses causes provocatrices : émotions morales, intoxications aiguës et chroniques, auto-intoxications, maladies infectieuses, irritations périphériques, etc. Ils répartissent, de ce chef, les épilepsies en deux groupes : épilepsies réflexes, épilepsies d'origine centrale. Les recherches expérimentales de François-Franck semblent avoir établi que la forme de l'accès n'est pas identique dans les deux cas; dans l'épilepsie réflexe, le type clonique domine, l'attaque ne débute pas par des convulsions toniques et, si elles apparaissent, c'est tardivement, comme manifestation maxima d'une irritation centrale croissante. MM. Marinesco et Sérioux étudient en détail les épilepsies toxiques et, spécialement, l'épilepsie absinthique; ils constatent l'existence, chez les prédisposés dont l'hérédité est chargée, d'épilepsies alcooliques, et mentionnent l'action exercée, dans la genèse des paroxysmes comitiaux, par les lésions organiques du cerveau. Ils inclinent à voir dans des phénomènes d'auto-intoxication la cause véritable des paroxysmes de l'épilepsie idiopathique ou essentielle et font rentrer, à la suite de Féré, dans le cadre des épilepsies, l'éclampsie puerpérale qu'ils font dépendre d'une toxicité, comparable, à certains égards, à celle du mal de Bright; mais ici, il s'agit plus encore d'une production exagérée de toxines que d'une élimination insuffisante. Ils admettent qu'un rôle considérable appartient aux maladies infectieuses de l'enfance dans la constitution de la maladie, mais ils estiment que MM. Marie et Lemoine l'ont cependant beaucoup exagéré, et qu'ils n'ont pas tenu de la prédisposition héréditaire le compte qu'il convenait.

Dans le chapitre consacré à la physiologie pathologique, ils exposent les résultats des recherches expérimentales, qui ont amené à rejeter la théorie de l'origine bulbaire des paroxysmes épileptiques et à placer dans l'écorce, et spécialement dans les régions Rolandiques, le point de départ de l'ictus comitial; l'écorce se comporte ici, par rapport à la moelle et au bulbe, comme la zone épileptogène par rapport à l'écorce dans les épilepsies réflexes. Les convulsions toniques et cloniques ont le même siège et sont en rapport avec le degré d'intensité de l'excitation des centres qui les commandent. La perte de conscience résulte dans le mal comitial, non pas de troubles vasculaires des au-

teurs rejetten à la fois la théorie de la congestion et celle de l'anémie cérébrales, mais d'un trouble fonctionnel qui porte sur les neurones d'association; lorsqu'ils sont seuls atteints, peut-on supposer, il y a absence; l'irritation simultanée des neurones de réception engendre les phénomènes d'autonomie et les accès délirants; l'irritation limitée à cette seconde classe de neurones, les troubles sensitivo-sensoriels (*auras*, etc.); celle des neurones de décharge, les attaques convulsives. MM. Marinesco et Sérioux exposent alors le mécanisme physiologique des diverses manifestations motrices de la grande névrose : le cri, la chute, la dilatation pupillaire, l'expulsion de l'urine et des matières fécales, la salivation, les paralysies transitoires, etc. Ils commentent, par l'analyse graphique, des convulsions d'origine corticale provoquées chez le chien par excitation électrique de la zone motrice, ce que l'étude clinique nous enseigne de ces divers accidents convulsifs chez l'homme.

Les auteurs ont fait l'examen histologique de douze cerveaux d'épileptiques, mais en état de mal; ils ont constaté la présence de lésions vasculaires et névrogiques qu'ils considèrent comme des lésions secondaires provoquées par les ictus, et de lésions des éléments nerveux qu'ils tendent, les lésions cellulaires du moins, à considérer comme spécifiques et déterminantes par rapport à la fois à l'état mental permanent des comitiaux et aux paroxysmes; elles consistent surtout dans une diminution des granulations protoplasmiques. Ils inclinent donc à admettre que c'est à une modification de la structure et de l'équilibre chimique du protoplasma des cellules nerveuses, qu'il faut ramener la cause initiale des accidents épileptiques.

Le dernier chapitre est consacré au traitement; il consiste essentiellement à diminuer l'excitabilité corticale et à entraver l'action des causes provocatrices des paroxysmes; on répond à la première indication par le recours régulier à la médication bromurée, efficace surtout, il faut le dire, contre les crises convulsives, beaucoup moins contre les vertiges et les absences.

Les auteurs indiquent les règles à suivre dans l'administration des divers bromures et les précautions à prendre (antisepsie intestinale, etc.); ils mentionnent les avantages que paraît présenter le bromure de strontium, moins toxique et aussi actif que le bromure de potassium (Laborde), et contre les vertiges, le bromure de camphre (Bourneville), résumant les renseignements thérapeutiques de Féré et de Seguin, indiquent le mode de traitement recommandé par Flechsig (combinaison de l'opium et des bromures), et la substitution du chloral aux bromures, lorsqu'ils ne sont pas supportés (Seguin), l'action bienfaisante de l'hydrothérapie et les tentatives faites pour amener les attaques convulsives par des injections de toxines. Le rôle de la fatigue oculaire est mis en lumière et les effets heureux de l'ablation des cicatrices douloureuses, de l'extraction des dents cariées ou de corps étrangers, de l'expulsion de parasites, etc., sont rapprochés. MM. Marinesco et Sérioux insistent sur l'importance du régime alimentaire (alimentation végétale surtout, régime lacté, abstention des boissons alcooliques, des excitants, etc.), et rapportent les résultats, à leurs yeux très incertains, du traitement chirurgical (excision de certaines parties de la zone motrice) dans les cas d'épilepsie jacksonienne. Ils terminent ce chapitre par une analyse développée du mémoire du professeur Eulenburg sur la thérapeutique de l'épilepsie.

Nul travail plus clair et mieux ordonné que l'*Essai* de MM. Marinesco et Sérioux n'a paru sur cette délicate question de la pathogénie du mal comitial; ces auteurs y ont fait preuve d'une sagacité critique remarquable et d'un esprit clinique très sûr et très fin. Leur ouvrage rendra à la neurologie les plus utiles services.

L. MARILLIER,
Agréé de l'Université.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Juin 1898

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. Lœwy et Puiseux déduisent, d'un examen approfondi de leurs dernières photographies de la Lune, les lois suivantes relatives à la distribution de l'intensité lumineuse sur le disque : 1^{re} Il y a progression continue d'éclat quand on va du terminateur au bord éclairé, avec coïncidence approximative entre les courbes d'égal éclairement et les méridiens ; 2^o toutefois, sur un même méridien, une recrudescence appréciable se manifeste à proximité des pôles, notamment du pôle sud ; 3^o Il y a aussi augmentation d'intensité dans le voisinage immédiat du bord, quelles que soient la latitude et la phase que l'on considère. Ces lois s'expliquent par des considérations géométriques et des hypothèses sur l'état physique de la surface lunaire. — M. C. Guichard démontre que la déformation des quadrilles de révolution à centre et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents. Si l'on déforme une quadrille de révolution à centre, au point d'intersection d'une droite fixe, isotrope de l'équateur avec le plan tangent correspond, sur le plan tangent de surface applicable, un point qui décrit une surface ayant même représentation sphérique de ses lignes de courbure qu'une surface à courbure totale constante. — M. Martin Krause continue la recherche des systèmes d'équations différentielles auxquelles satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce ; il signale maintenant les équations de Lamé-hermite généralisées par deux variables. — M. R. Baire étudie les fonctions discontinues qui se rattachent aux fonctions continues. Il énonce le théorème suivant : Considérons l'ensemble E de toutes les fonctions, continues ou discontinues, appartenant aux classes marquées par un nombre de la première ou de la deuxième classe de nombres. Si une suite de fonctions appartenant à l'ensemble E a une fonction limite, cette fonction limite appartient aussi à l'ensemble. — M. L. Partout a calculé la déformation et la propagation de l'onde-marée qui remonte dans les fleuves. Il suppose connus les lieux des pleines et des basses mers sur un fleuve ; puis il calcule, à partir d'un profil en travers connu, les cotes des petites ondes élémentaires qui se transmettent aux profils suivants avec des célérités données par une des cinq formules en usage. Si l'on compare les résultats des calculs avec ceux de l'observation, on voit que la formule de M. Boussinesq est celle qui conduit aux différences les plus faibles.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Marcel Deprez décrit le principe d'un nouvel électrodynamomètre absolu. Il se composerait : 1^o d'un circuit solénoïdal parfaitement régulier, composé d'un nombre quelconque de couches de fil, enroulé sur un tore de révolution ; 2^o d'une bobine cylindrique à base circulaire, recouverte d'un nombre quelconque de spires régulièrement enroulées, située à l'intérieur du tore ; l'axe de révolution de la bobine serait parallèle à celui du tore et la bobine serait mobile autour d'un axe de rotation perpendiculaire à son axe de révolution. Dans ces conditions, le couple qui tend à faire tourner la bobine a une valeur rigoureuse, dépendant uniquement des intensités des courants traversant le tore et la bobine, et des dimensions des circuits fixes et des circuits mobiles. — MM. A. Pérot et Ch. Fabry décrivent la façon dont ils opèrent dans la détermination des numéros d'ordre de franges d'ordre élevé au moyen de radiations simples groupées deux à deux. Les radiations employées sont :

1^{re} les deux raies jaunes du mercure ; 2^o la raie verte du mercure et la raie verte du cadmium ; 3^o les radiations rouge et verte du cadmium. — M. R. Dongier communique de nouveaux résultats de ses recherches sur le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge ; il a tenu compte des modifications apportées par M. Carvallo aux longueurs d'onde des radiations qui avaient été utilisées dans ses recherches. Les résultats définitifs coïncident remarquablement avec les valeurs données par la formule de dispersion de M. Carvallo. — M. R. Swyngedauw étudie la décharge d'une bouteille de Leyde, à travers le circuit de deux bobines rangées en série. Si le courant est uniforme, la théorie demande que le potentiel maximum atteint entre les extrémités de la double bobine soit la somme des potentiels maxima, atteints aux extrémités de chacune d'elles. Le fait a été vérifié expérimentalement. — M. Albert Turpain déduit, de ses expériences sur les résonateurs placés dans l'air et dans l'huile, les deux lois suivantes : 1^{re} Les longueurs d'onde que détermine un résonateur maintenu dans la position I c'est-à-dire perpendiculaire aux fils qui concentrent le champ *varient* avec la nature du diélectrique au sein duquel se produisent les phénomènes ; 2^o celles décelées dans la position II (résonateur situé dans le plan même des fils concentrant le champ) *sont indépendantes* de la nature du diélectrique au sein duquel elles sont mesurées. — M. Oudin décrit un appareil où il applique le principe de l'élevation de la tension des courants de haute fréquence par la résonance. Le résonateur crée, dans toute la pièce où il est placé, un champ électrostatique alternatif très intense ; des gerbes d'effluves jaillissent de toute sa dernière spire. — M. Aug. Charpentier a constaté que la papille optique, bien qu'insensible à la lumière et aveugle au sens propre du mot, est réellement représentée dans l'espace par des sensations visuelles positives, occupant la même place que si elle était remplacée dans l'œil par un vrai morceau de rétine en continuité avec le reste de cette membrane. Des expériences nombreuses mettent ce fait en évidence. — M. Monoyer a déterminé les notes ou vocables produites par la résonance des cavités buccales et nasales mises en communication avec le tuyau laryngien qui différencient les unes des autres les quinze voyelles de la langue française. Voici les résultats obtenus : Voyelles fondamentales : ou, si, a, u, si, i, é, fa, s. Voyelles fermées : ô, ré, â, fa, i, é, ré, é, fa, s. Voyelles ouvertes : o, ré, a, fa, s. eu, ré, s, é, fa, s. Voyelles nasales : on, ré, s, si, an, fa, s, si, un, ré, s, si, in, fa, s, si.

— MM. Lumière frères et Seyewetz ont constaté que le persulfate d'ammoniaque AzH₄SO₄ permet d'affaiblir les clichés sous-exposés et trop développés, en agissant surtout sur les parties les plus opaques et en respectant les demi-teintes ; ce résultat peut s'expliquer si l'on admet que le nouvel agent exerce son action depuis le fond de la couche jusqu'à la surface, c'est-à-dire en sens inverse des substances jusqu'ici utilisées. — M. A. Londe montre que l'action de certains écrans renforceurs, employés en Radiographie, s'accompagne toujours d'un trouble de l'image dû à une variété de halo par diffusion. On ne pourra donc les utiliser que pour des travaux n'exigeant pas de finesse ; dans ce cas, ils auront l'avantage de donner un résultat dans un temps très court. — M. G. Charpy a étudié la constitution des alliages ternaires plomb, étain, bismuth. Il y a, en général, trois dépôts successifs : le premier, formé par un corps pur, métal simple ou composé

1. Voir la Revue du 15 juin, p. 442.

défini; le deuxième, par un mélange de deux corps dont l'un est celui qui s'est déposé en premier lieu; le troisième, par un mélange de trois corps comprenant les deux qui se sont déposés précédemment. Le nombre des dépôts peut se réduire à deux et même à un par suite de la formation de solutions solides. Leur aspect varie avec la vitesse de solidification. — MM. W. Ramsay et M. Travers ont obtenu, par l'évaporation fractionnée de l'air liquide, un nouveau gaz, le *Krypton*, plus lourd et moins volatil que l'oxygène, l'azote et l'argon, et possédant un spectre défini¹. — M. M. Berthelot fait remarquer qu'une des raies du spectre du *Krypton* coïncide avec une raie inexplicable de l'aurore boréale.

— M. O. Boudouard a obtenu, dans le fractionnement des terres yttriques tirées de la monazite, une limite inférieure de termes indéterminables variant autour du poids atomique 96. Ce résultat coïncide avec ceux de différents expérimentateurs employant d'autres méthodes de fractionnement. L'auteur poursuit l'étude de ce terme inférieur. — MM. Albert Lévy et H. Henriot ont constaté que si l'on dose l'acide carbonique de l'air avec la potasse et la baryte, on obtient les mêmes chiffres à la campagne; dans les villes, on obtient souvent, au contraire, des chiffres plus forts avec la baryte. Les auteurs admettent qu'au contact de l'oxygène de l'air, ces deux alcalis transformeraient en acide carbonique, mais cela avec une vitesse différente, le carbone des matières organiques gazeuses qui existent dans l'air des villes. — M. Arnaud a obtenu, par l'action de l'anhydride acétique sur l'ouabaine à 60° en présence de ZnCl_2 , une heptacétine cristalline $\text{C}^{27}\text{H}^{32}\text{O}^{10}$, qui dérive d'une ouabaine ayant perdu une molécule d'eau. Ce corps est lévogyre et fond à 31°; par saponification il donne un acide qui n'est pas l'acide ouabainique. — M. Ch. Moreau a préparé l'oxyacétal-phénol à partir de la pyrocatéchine et de l'acétal monochloré. L'influence exercée par la fonction phénol libre sur la fonction acétal dans l'oxyacétal-phénol tend vers la production d'un acétal mixte à chaîne fermée hexagonale, ce dernier composé étant susceptible de rouvrir sa chaîne par hydratation, avec formation de l'aldéhyde correspondant à l'oxyacétal-phénol primitif.

— M. Léo Vignon a soumis à la nitration maximum la cellulose pure, l'oxycellulose et l'hydrocellulose. Les trois corps obtenus avaient fixé à peu près la même quantité d'azote. L'oxy- et l'hydrocellulose ont donc une structure chimique élémentaire à peu près semblable à celle de la cellulose. — M. Ch. Lepierre a retiré d'un kyste ovarien une substance appartenant à la classe des mucines vraies, c'est-à-dire dédoublable par les acides en hydrates de carbone et albuminoïdes. Elle diffère des mucines déjà décrites par son insolubilité dans les alcalis étendus et dans les acides minéraux, et sa décomposition particulière par les alcalis concentrés.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Rémy termine l'énumération et la description des Holothurins recueillis par le *Travailleur* et le *Tahitiann*; il passe en revue 277 individus, se rapportant à 31 espèces dont 15 nouvelles. — M. A. Soulier a étudié les premiers stades embryogéniques de deux Annelides: *Serpula pinnatifida* et *Hydroids pectinata*. Le blastopore donne naissance à la fois à la bouche et à l'anus; de plus, ses lèvres accolées forment la rainure cellulaire longitudinale qui, sur la face ventrale de la trochophore, s'étend de la bouche à l'anus. — MM. F. Mesnil et M. Caullery ont observé, chez une Annelide du groupe des Cirratulins, la *Dodecacia concharum* Oerst., des faits curieux qu'ils désignent sous le nom de *polymorphisme évolutif*. Ils distinguent, dans le développement, cinq formes, différant : 1° par des caractères morphologiques; 2° par leurs parasites; 3° par leur mode d'évolution. — M. C. Sauvageau décrit les organes sexuels de *Sphacelaria Hystrix* et montre que les *Sphacelariacées* ont une étroite affinité avec les *Ectocarpacées*, les *Tilop-*

téridacées et les *Cutlériacées*. — M. J. Bergeron décrit l'allure des couches paléozoïques qui se trouvent sur le versant méridional de la Montagne-Noire (Hérault). La première bande de terrains paléozoïques est en écaïlle sur la seconde; cette dislocation est antérieure au permien. — M. Ch.-Eug. Bertrand a étudié le schiste bitumineux du Bois-d'Asson; c'est une gelée humique solidifiée et fossilisée en présence d'un bitume. Cette gelée contient des grains de pollen, des thalles de *Botryococcites Larga*, des spores, des diatomées. — M. Bonnafy compare la valeur des navires affectés du Commerce avec les transports-hôpitaux de l'Etat pour le rapatriement des malades dans les expéditions coloniales. Pour les premiers, la mortalité est, en moyenne, de 2,6 %; pour les seconds, de 1,8 % seulement.

Séance du 13 Juin 1898.

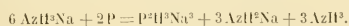
L'Académie présente la liste suivante de candidats à M. le Ministre de l'Instruction publique pour une place vacante au Bureau des Longitudes : en première ligne, M. Lippmann; en seconde ligne, M. Appell.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Paul Painlevé détermine explicitement toutes les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes appartenant à la première classe; leurs intégrales présentent des pôles mobiles. — M. R. Baire étudie la question du changement de variables dans le problème de l'intégration. Il démontre les propositions suivantes : Si l'on a un ensemble parfait E, d'ailleurs quelconque, il y a toujours dans cet ensemble des points dans le domaine desquels la théorie du changement de variables peut s'appliquer, pourvu que l'on ne considère que les points de l'ensemble E. Une fonction d'une variable, qui est continue, et qui est ponctuellement variable relativement à tout ensemble parfait, est constante. — M. J. Peroche adresse un mémoire sur les balancements polaires et les observations astronomiques.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. R. Blondlot indique le principe d'un appareil servant à mesurer directement une quantité d'électricité en unités électromagnétiques. Une bobine creuse horizontale entoure une bobine annulaire suspendue verticalement et tournant autour de son axe vertical; les deux bobines sont parcourues par le même courant. Si l'on fait osciller la bobine intérieure autour de sa position d'équilibre, la quantité qui traverse une section du circuit pendant qu'une oscillation s'accomplit est toujours la même, quelles que soient l'intensité du courant et la période de l'oscillation. On n'a donc qu'à compter les oscillations. — M. H. Le Châtelier a déterminé la résistance électrique des aciers. Elle augmente avec la teneur en carbone, en silicium, en manganèse et en nickel; ces corps se trouvent donc à l'état de mélange homogène, de dissolution solide ou de mélange isomorphe. Le chrome, le tungstène et le molybdène ont peu d'influence sur la résistance électrique; ils sont probablement isolés à l'état de combinaison définie. — MM. Ch. Fabry et A. Pérot ont déterminé les longueurs d'onde exactes des radiations du mercure avec le spectromètre interférentiel par comparaison avec les raies du cadmium; voici les résultats obtenus à 15° et sous 760 mm : 1^{re} raie jaune, $\lambda = 0,57906593$; 2^{me} raie jaune, $\lambda = 0,57695984$; raie verte, $\lambda = 0,54607427$. — M. Ducretet a enregistré les décharges électriques atmosphériques au récepteur d'un poste de télégraphie hertzienne sans fil. — M. W. de Fonvielle rend compte des ascensions acrostatiques internationales qui ont eu lieu le 8 juin dernier à Paris, Bruxelles, Strasbourg, Vienne, Berlin, Saint-Petersbourg et Munich. La plus grande hauteur atteinte a été de 16.000 mètres; les instruments ont mesuré une température de — 64° C. — M. L. Teisserenc de Bort donne quelques renseignements sur l'ascension des trois ballons-sondes exécutée à Trappes le 8 juin. — M. H. Tarry indique quelle était la situation de l'atmosphère en Europe, au moment des ascensions internationales de ballons-sondes du 8 juin; elle se trouvait dans un état de calme très grand

1. Voir la *Revue* du 15 juin, p. 443.

qui se produit entre la saison des cyclones d'hiver et de printemps et la saison des orages et des trombes d'été. — M. Daniel Berthelot montre que l'application des principes qui lui ont servi à la détermination exacte du poids moléculaire des gaz permet de résoudre le problème du mélange des gaz; il vérifie expérimentalement ses conclusions et fait voir que la loi de Dalton et celle de M. Leduc sont en défaut. — M. d'Arsonval décrit l'appareil de Linde pour la production continue de l'air liquide. Il est caractérisé par les points suivants: 1° Refroidissement par travail intérieur de l'air se détendant et résultant de ce qu'il n'est pas un gaz parfait; 2° accumulation du refroidissement par le principe du contre-courant réalisé d'une façon parfaite par l'échangeur de température, composé de deux serpentins concentriques où l'air circule en sens inverse; 3° diminution du travail de compression en ne laissant pas l'air se détendre jusqu'à la pression atmosphérique. — MM. H. Moissan et H. Deslandres communiquent des recherches spectrales faites, en 1896, sur les gaz qui se dégagent de la célite. Ils avaient trouvé les raies nouvelles suivantes: 415,17; 411,37; 401; 410,80; 410,05. Ce sont soit des raies de l'azote à basse pression, soit des raies d'un nouveau gaz, mais probablement pas du krypton. — M. M. Vêzès fait remarquer que le poids atomique de l'azote trouvé par Stas (14,014) est enlaidi d'une erreur provenant de la dissolution de l'oxygène par l'argent fondu. On croyait cette erreur assez forte, mais si on la détermine d'après d'autres expériences de Stas, le poids atomique corrigé devient seulement 14,040. Il existe donc toujours un assez grand écart entre cette valeur et celle déduite par MM. Leduc et Berthelot des mesures physiques (14,005). — M. R. Metzner a préparé du tellure très pur par décomposition de l'hydrogène telluré. Il a entrepris ensuite la détermination du poids atomique du tellure, en partant du sulfate de tellure ou de la réduction de l'acide tellureux par l'oxyde de carbone. La moyenne des résultats est 127,9; elle est plus grande que celles trouvées par Brauner et Staudenmaier. — M. C. Hugot a fait réagir le sodammonium en excès sur le phosphore rouge; la réaction est la suivante :



Le corps $\text{P}^3\text{H}^3\text{Na}^3$ est jaune; avec les acides et l'eau il donne de l'hydrogène phosphoré; il se décompose à partir de 100° en donnant aussi du phosphore d'hydrogène et de l'hydrogène. — M. P. Williams, en chauffant au four électrique un mélange d'acide tungstique et de charbon avec un grand excès de fer, a obtenu un carbure de tungstène TuC . C'est une poudre cristalline gris de fer, fondant difficilement, s'oxydant dans l'air au rouge, attaquant par le fluor, mais non par les autres halogènes et les acides. Quand il n'y a pas de fer dans le creuset, il se forme le carbure TuC . — MM. J. Flatau et H. Labbé séparent le géraniol et le citronellol en préparant leurs éthers phénoliques dont le premier est insoluble et le second soluble dans la ligroïne. Les auteurs ont préparé à l'état pur l'éther géraniol et tétrabromogéraniolphtalique, puis les acétate, valérate, caproate, crotonate et valérate de citronellol. — M. Ballard a fait l'analyse chimique d'un grand nombre de Poissons, Crustacés et Mollusques. La proportion d'eau oscille entre 59,80 et 85,80 %; les poissons qui ont le moins d'eau sont les plus riches en graisse, les poissons les moins gras sont les plus azotés.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Aug. Charpentier met en évidence les différences d'éclairement et d'excitabilité rétiniennes en faisant agir sur la rétine une excitation brusque et rapide; on peut voir ainsi l'ombre de la macula lutea et de la fovea. L'auteur en conclut que, pour toutes les couleurs, la sensation minimum est incolore et qu'elle peut être fournie par les cônes aussi bien que par les bâtonnets. — M. C. Gerber a étudié la fécondation chez les Cistes qui semblent adaptées à la fécondation croisée; il montre que la

fermeture du calice a, au contraire, spécialement pour effet d'assurer la fécondation directe en pressant sur les étamines. — M. Ph. Glangeaud étudie le plissement qui s'est produit sur le bord sud-ouest du Massif central. Les failles limites, le pli complexe de Mareuil et les autres plissements et failles de la même région sont d'âge vraisemblablement antéozoïque et ont la même direction générale que les plis hercyniens du Massif central. — M. Vennukoff signale la découverte de nouvelles sources de pétrole à Anacle, dans le Caucase occidental, près de la mer Noire. — M. F. Gonnard décrit les formes cristallines du quartz des géodes de Meylan (Isère). Il a trouvé, outre les formes déjà connues, des formes qui modifient les arêtes $pe^{1/2}$, c'est-à-dire des trapézoédres du premier ordre, supérieurs à la face rhombe s.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 31 Mai 1898.

M. Ch. Monod présente un rapport sur une communication de M. Monnier relative à une oesophagotomie externe pour extraction d'une pièce de monnaie avalée par un enfant. La pièce était restée une année dans l'oesophage sans pouvoir être enlevée; la radiographie permit de déceler exactement sa position et de pratiquer l'opération, qui fut suivie de guérison. — L'Académie continue la discussion du rapport sur la prophylaxie de la tuberculose. M. E. Vallin a constaté que le public a une répugnance marquée pour le crachoir à solution phéniquée, dont l'odeur dégoûte à la longue le phthisique et le signale à tout le voisinage. Il propose d'employer comme désinfectant une solution diluée et colorée de sublimé et de sel marin ou une solution d'aldéhyde formique, et de prohiber les crachoirs garnis avec des matières pulvérulentes. M. Kelsch retrace toutes les mesures prises par le Service de santé militaire pour enrayer la propagation de la tuberculose dans l'armée. Il croit que si ces mesures n'ont pas donné tous les résultats attendus, cela tient à ce que l'armée est composée aujourd'hui de jeunes hommes de vingt et un à vingt-quatre ans, n'ayant pas achevé leur développement physique et présentant par conséquent le maximum d'aptitude pour les maladies infectieuses; en outre, ils sont astreints à de plus grands efforts et à de plus grandes fatigues qu'autrefois. — M. Calot lit un mémoire sur les résultats qu'il a obtenus dans le traitement du mal de Pott par le redressement forcé.

Séance du 7 Juin 1898.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la Division de Médecine. MM. Marvaud (de Toulouse) et du Cazal (de Nice) sont élus. — M. Panas présente un rapport sur un mémoire de M. Jonnesco relatif à la résection du sympathique cervical dans le traitement du glaucome. Pour l'auteur, le glaucome dérive de l'hypersecretion des liquides intra-oculaires sous l'influence d'une excitation des vasomoteurs sympathiques. Comme la section du sympathique cervical fait baisser la tension intra-oculaire, l'auteur a recouru à cette méthode et relate sept observations à l'appui de sa thèse. Le rapporteur considère que les résultats sont trop peu nombreux et trop récents pour justifier dès maintenant la méthode. — M. Laborde fait un rapport sur un mémoire de M. A. Weil relatif à un nouveau traitement électrique de certaines affections de la peau et des muqueuses. Il semble que l'effluviaire par les courants statiques induits donne des résultats aussi rapides et aussi démonstratifs que ceux qu'on obtient par les courants de haute fréquence avec résonateur. Les courants statiques induits ont l'avantage de nécessiter une instrumentation moins compliquée. — M. Landouzy, continuant la discussion du rapport sur la tuberculose, insiste sur la question très importante des crachoirs, de leur forme, de leur emplacement, de leur contenu. Il croit, d'autre part, contrairement à l'opinion du rap-

porteur, que l'emploi prudent de la tuberculine et des sérum peut rendre de grands services pour le diagnostic. Enfin, il demande à l'Académie de publier un livre bleu sur la question de la prophylaxie de la tuberculose et de répandre à profusion dans le public des instructions pratiques sur le même sujet. — **M. Delbet** lit un mémoire sur une déformation du poignet dite *carpus curvus*.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 Mai 1898.

M. Pilliet a fait l'examen de l'estomac d'un homme qui succomba après avoir avalé un demi-litre d'absinthe. Les lésions sont semblables à celles produites par l'absorption de caustiques, mais beaucoup moins intenses. La cause de la mort est donc due à l'action de l'alcool sur les centres nerveux. — **MM. Ramond et Ravaut** ont extrait des cultures du bacille de la tuberculose des poissons, une tuberculine analogue par ses propriétés à la tuberculine humaine. — **M. J. Courmont** a étudié, par le procédé de Nissl, les altérations de la chromatine dans les cellules nerveuses décrites par **M. Marinesco** et a constaté que ce ne sont pas des lésions spécifiques du tétanos. — **MM. Courmont et Doyon** ont constaté que les centres nerveux de la grenouille ne neutralisent pas la toxine tétanique. — **M. Thomas** a observé, après section du faisceau longitudinal postérieur chez le chien, des dégénérescences secondaires se poursuivant dans toute la hauteur de la moelle. — **M. Nicloux** montre, par de nombreuses expériences, que l'asphyxie provoque chez le chien une diminution de l'oxyde de carbone dans le sang qui va en croissant avec la durée de l'asphyxie. — **M. Retterer** explique le développement des fibres du tissu tendineux aux dépens du protoplasma compris dans les cellules fixes du tissu. — **M. Burol** a observé, chez un paludique albuminurique, des ulcères multiples sécrétant du pus bleu avec bacille pyocyanique.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 13 Mai 1898.

M. Moissan annonce que **M. J. Dewar** est parvenu à liquéfier l'hydrogène et l'hélium en grande quantité. — **M. Monneyrat** a obtenu, par l'action du chlorure d'aluminium sur le composé $\text{CHCl}^2 - \text{CHCl}^2$, le tétrachloréthane dissymétrique $\text{CH}^2\text{Cl} - \text{CCl}^2$. L'action du brome sur le tétrachlorure d'acétylène $\text{CHCl}^2 - \text{CHCl}^2$ en présence de chlorure d'aluminium donne deux chlorobromures, l'un liquide, de formule $\text{CHClBr} - \text{CHClBr}$, l'autre cristallisé, C^2ClBr^2 . L'hexachloréthane $\text{CCl}^2 - \text{CCl}^2$, réagissant sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium, ne donne que de l'antracène; le pentachloréthane donne du triphénylméthane et de l'antracène; le chlorure $\text{CCl}^2 = \text{CCl}^2$ ne donne que de l'antracène. — L'action du sulfhydrate d'ammoniaque sur l'aldéhyde formique a donné à **M. Delépine** une substance cristallisée, fusible à 198°, de formule $\text{C}^2\text{H}^2\text{Az}^2\text{S}^2$. Ce composé, traité par l'acide acétique en solution alcoolique ou chloroformique, donne un dérivé cristallisé de formule $\text{C}^2\text{H}^2\text{Az}^2\text{S}^2$, fondant à 176°. On obtient également ce dernier composé par l'action de l'hydrogène sulfuré sur une solution acétique ou chloroformique de hexaméthylèneamine. Ces résultats permettent d'établir une relation entre ces divers produits. — **M. Bourcet** a obtenu l'absinthine pure et cristallisée; ce composé répond à la formule $\text{C}^{20}\text{H}^{30}\text{O}^8$. — **MM. H. Le Châtelier et O. Boudouard** ont étudié l'inflammabilité des mélanges d'air et d'oxyde de carbone. Pour des mélanges d'air, d'oxyde de carbone et d'acétylène, ou d'air, d'oxyde de carbone et d'hydrogène, ils ont reconnu que la formule

$$\frac{n}{N} + \frac{n'}{N'} = 1$$

est exacte; n et n' sont les proportions de chacun des

gaz, N et N' leurs limites d'inflammabilité. Ils ont également étudié les mélanges d'air et de diverses vapeurs. Les quantités de chaleur dégagées pendant la combustion sont comparables entre elles sauf pour le sulfure de carbone, l'hydrogène et l'acétylène. — **M. Bouveault** a séparé d'un mélange d'acides bibasiques, provenant de l'oxydation des graisses, et déjà débarrassé des acides subérique, azélaïque et sébacique, les composés suivants : de l'acide succinique sous forme d'anhydride bouillant à 130°-140° sous 10 millimètres, et un mélange d'acides passant à 200°-225° dans les mêmes conditions. Si l'on traite cette dernière partie par l'éther froid, il reste non dissous de l'acide adipique. La partie dissoute dans l'éther a été transformée en sels de calcium, puis portée à l'ébullition. Le pimélate de calcium, beaucoup moins soluble à chaud qu'à froid, se précipite. Les eaux mères contiennent un sel très soluble qui n'est autre que le dérivé calcique de l'acide glutarique. — L'action de la pyrocatéchine dissolue sur le tétrabromure d'acétylène a donné à **M. Moureu** l'éthénedipyrrocatéchine fusible à 89°. Ce composé, traité par l'acide sulfurique, donne de la pyrocatéchine et un composé acide, fusible à 126°. — **M. Béhal** dépose une note de **M. Leys** sur le dosage de l'acide formique en présence de l'acide acétique, de l'alcool, de l'aldéhyde, etc. — Il a été également publié une note de **M. Thomas** sur l'absorption de l'oxyde nitrique par les sels ferreux, une note de **M. Malbot** sur un vin en blanc de la Mitidja à faible extrait, et une note de **M. Grimaux** sur les dérivés de la cinchonine. E. CHARON.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 10 Juin 1898.

M. S.-P. Thompson présente et décrit un appareil illustrant la théorie de l'audition de Max Meyer. Ce savant rejette la théorie d'Helmholtz basée sur la résonance des organes de Corti. Il imagine un système articulé, semblable à une main, oscillant à partir d'une extrémité. Un petit mouvement affecte seulement les articulations extrêmes; un fort mouvement ébranle tout le système. Une telle structure est réalisée par la membrane de l'oreille interne. Elle se dilate vers une extrémité, mais son mouvement est aussitôt étouffé par le liquide qui la mouille. Les mouvements ondulatoires de diverses amplitudes la suivent donc à des distances variables jusqu'à ce qu'ils soient éteints; ces distances sont perçues par des nerfs qui communiquent avec les organes de Corti. Dans le modèle de **M. Thompson**, les onduations sont découpées sur le bord d'un disque de zinc de telle façon que, lorsque le disque tourne, les mouvements se transmettent à un cadre. Si ce cadre se déplace de plus d'une certaine longueur, il met un second cadre en mouvement, et ainsi de suite. La distance à laquelle le mouvement se transmet est indiquée par une série de lampes à incandescence reliées électriquement avec les cadres. **M. Ayrton** répond qu'il suppose, depuis qu'il a vu la manière dont un télégraphiste habile lit les indications du syphon-recorder au bout d'un long câble, qu'il est possible d'analyser les sons sans le secours d'un appareil de résonance. Le télégraphiste apprécie moins les déplacements autour du zéro que l'accélération du syphon. On a tenu compte de ce fait dans l'établissement de relais pour les longs câbles, où un levier établit un contact quand le courant reçu dépasse une certaine valeur et rompt ce contact quand le courant diminue au delà d'un minimum fixé. Il est possible que quelque chose d'analogue se passe dans l'audition; l'oreille serait alors un mécanisme sensible, non aux résonances des onduations, mais aux changements de direction des impulsions reçues. **M. S.-P. Thompson** ajoute qu'un mécanisme similaire est réalisé dans le téléautographe d'Elisha Gray. Mais il croit que, dans l'interprétation des phénomènes auditifs, il faut tenir compte aussi bien des relations de phases que des intensités des sons. — **M. E.-H. Barton** présente un mémoire sur l'atténuation des ondes élec-

friques le long d'un fil de perte négligeable. Il y a quelque temps, M. O. Heaviside fit remarquer que l'atténuation peut être approximativement déduite de la formule de Lord Rayleigh relative à la résistance effective des fils traversés par des courants alternatifs de haute fréquence; toutefois, il pensait que la valeur expérimentale serait beaucoup plus grande que la valeur calculée. Dans le but de vérifier cette hypothèse, M. Barton a institué des expériences très soignées, avec des fils de cuivre bien isolés. La constante d'atténuation déduite de ces expériences est égale à 0,000.013. D'autre part, en calculant la résistance effective par la formule de Lord Rayleigh et en introduisant le résultat dans l'expression de M. Heaviside, on trouve pour cette même constante la valeur 0,000.0062. L'auteur explique la différence par le fait que la formule de Lord Rayleigh a été calculée pour un fil très éloigné des autres parties du circuit et pour des courants suivant la loi harmonique; or, dans ses expériences, les fils de 1^{mm},5 de diamètre étaient distants de 8 centimètres, et les ondes allaient en s'éteignant après dix à douze vibrations. M. O. Heaviside pense que la petite surface conductrice des fils et leur distance assez grande rend peu probable la première hypothèse par laquelle M. Barton explique la différence des résultats expérimentaux et théoriques. La seconde cause (ralentissement des ondes) serait plus apte à augmenter la résistance. Une troisième raison, la résistance extérieure à la limite des ondulations, lui semble avoir joué le plus grand rôle. M. R. Appleyard regrette que toutes les expériences aient été faites avec les mêmes fils, placés à la même distance. M. Barton répond qu'il se propose de continuer ses recherches avec différents fils placés à des distances variables. — M. A. Griffiths décrit un phénomène analogue à la convection calorifique (qu'il appelle convection par diffusion. Il prend une cuve divisée horizontalement par un diaphragme traversé par deux tubes d'inégale longueur. Le compartiment inférieur est rempli d'une solution de sulfate de cuivre, maintenue à une force constante; le compartiment supérieur contient de l'eau pure. La diffusion ordinaire se produit par les tubes, dont l'un mesure 4 centimètres, l'autre 4,05 centimètres. Les sommets des tubes sont au même niveau. La convection par diffusion se produit vers le haut du tube long et vers le bas du tube court avec une vitesse de 5 centimètres par année. Ce courant accroît la quantité de sulfate transmise par le tube long d'environ 2 %, et diminue celle transmise par le tube court d'une quantité à peu près équivalente; l'accroissement final dû à ce mouvement de convection est donc très faible. En réponse à une observation de M. S.-P. Thompson, l'auteur explique que la viscosité n'a qu'une très faible importance sur le phénomène si les tubes ne sont pas étroits.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 3 Mars 1898.

MM. John Wade et L. C. Panting ont obtenu de l'acide cyanhydrique anhydre et de l'oxyde de carbone pur en traitant le cyanure de potassium par un mélange d'acide sulfurique à 98 % et d'eau. — MM. J.-N. Collie, F. R. S., et Thomas Tickle : Sur la production de quelques nitro et amidolutidines. Entre autres corps, les auteurs décrivent la nitropseudolutidostyryle $C^6H_4AzMe^3OH.AzO^2$ qui, par réduction avec Sn et HCl, donne l'amido correspondant. Ils ont réussi également à préparer l'acide amido-pseudolutidostyrylcarboxylique en réduisant le produit de nitration du pseudolutidostyrylcarboxylate d'éthyle. — Dans une deuxième communication, Miss L. Hall et J.-N. Collie, F. R. S., font remarquer que l'action de l'acide nitrique à chaud sur la lutidine, qui est l'azdiméthyl-oxypridine, ne produit pas un nitro dérivé, mais bien un nitrate de lutidone. Le dérivé nitro ne s'obtient qu'avec un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique concentré. — M. F.-E. Mathews : Note sur l'hexabromure de

benzène. — MM. J. Norman Collie, F. R. S., et Colin C. Frye : Action du brome sur le benzène. — M. C.-E. Rice décrit la préparation et l'analyse de deux chlorures manganiques doubles qui sont : $2K[MnCl_2PbO]$ et $2AzH^3Cl[MnCl_2PbO]$. L'auteur ne peut prouver toutefois l'existence du composé $MnCl_2$. — M. Colebrook Reynolds prépare des carbonates doubles de potasse et d'autres métaux en ajoutant à une solution concentrée de CO_3K^+ certains sels de ces métaux. Il décrit les corps suivants : $CnK^3(CO_3)^2$, $MnK^3(CO_3)^2$, $4H^3O.FeK^3(CO_3)^2$, $4H^3O.CaK^3(CO_3)^2$, $BfOK^3(CO_3)^2.H^3O$, etc. — MM. A.-G. Perkin et J.-A. Pilgrim : Recherches sur la constitution des matières colorantes du *Delphinium zaili*. — MM. A.-G. Perkin et P.-J. Wood ont étudié quelques-uns des sels métalliques constituant les matières colorantes naturelles. Ils ont remarqué qu'en solution alcoolique la quercétine, morine, fisétine et myricétine décomposent les acétates de sodium et potassium avec formation de sels correspondants. — M. Edward Divers, F. R. S. : Sur les réactions du magnésium en présence d'une solution de sulfate de cuivre.

Séance du 17 Mars 1898.

MM. Winifred Judson et J. Wallace Walker : Note sur la réduction de l'acide bromique et l'action de la loi des masses. — MM. R.-S. Morrell et J.-M. Crofts ont remarqué que si l'on dissout du chlorure ferrique anhydre dans de l'éther absolu et si l'on ajoute cette solution à une solution étherée de kétophénylparacraonate d'éthyle, il se sépare une huile qui, lavée plusieurs fois à l'éther, se solidifie et est constituée par un corps de formule $FeCl_2C^6H^3O^2$. L'eau le décompose avec formation d'un sel ferrique basique du kétophénylparacraonate d'éthyle : $Fe(OH)C^6H^3O^2$, et de chlorure ferrique. — M. T.-C. Porter : Note sur la volatilisation du soufre. — MM. T.-B. Wood, W.-T. Spivey et T.-H. Easterfield : Recherches sur le cannabinoïde. — M. Bohuslav Brauner publie une série de recherches sur le thorium. Il a préparé un sel double de thorium et d'ammoniaque $Th(C^2O^4)^2 + 2AzH^3C^2O^4 + 4H^3O$ qu'il appelle thoroxalate d'ammoniaque. — Dans une deuxième communication, le même auteur a cherché à fixer le poids moléculaire du thorium. Pour cela, il s'est servi du sel décrit plus haut et voici les chiffres auxquels il est arrivé : Th = 232,5, 232,46, 232,45, 232,31, 232,33, 232,50, 232,44 et 232,35. Moyenne : 232,42, ce qui se rapproche du chiffre de Krüss et Nilson : 232,45. — Le même auteur fait une troisième communication sur les composés naturels qui accompagnent le cérium. — Dans une quatrième note, il donne le résultat de ses recherches sur le paraséodidymium et le néodidymium. — MM. George Young et E. Clark ont soumis l'acétyluréthane à l'action de l'ammoniaque et des ammoniacs composées, en faisant varier le dissolvant, la température et la pression. Le résultat général de ces recherches est que la réaction principale s'effectue suivant l'équation suivante : $MeCO.AzHCO^2Et + AzH^3R = MeCO.AzHCO.AzH^3R + EtOH$. Dans de certaines conditions, on peut obtenir des uréthanes acétamides, mais ces produits n'ont pas pu être isolés. — MM. George Young et B. Mitchell Stockwell dérivent toute une série d'oxytriazoles obtenues en partant des semicarbazides. La réaction a lieu suivant l'équation : $RAzH.AzH.CO.AzH^3 + C^6H^3.CHO + O = R(C^6H^3C^2O^4) + 2H^3O$. — M. S. Ruhemann a obtenu l'az-di-hydroxypridine, en faisant bouillir avec l'acide chlorhydrique concentré l'az-di-hydroxydinicotinate d'éthyle. — MM. Percy Frankland, F. R. S., et J.-Mc. Crae : Etude comparative des pouvoirs rotatoires des monobenzoyl et monotoluylltartrate d'éthyle. — MM. J.-W. Rodger et J.-S.-S. Brame : Sur le pouvoir rotatoire des méthylet éthyltartrates.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHREUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mécanique appliquée

Un nouveau moteur rotatif à vapeur. — Les nombreux visiteurs de l'exposition qui vient d'avoir lieu aux Tuileries se sont arrêtés surtout devant un nouveau moteur rotatif, dont la conception est vraiment originale et mérite d'être signalée aux lecteurs de la *Revue*. Ses inventeurs le distinguent des très nombreux *rotators* qui ont été imaginés jusqu'ici, en le désignant par la devise πR^2 , formule bien connue de la surface du cercle : c'est dire implicitement que cette machine ne comporte aucun organe animé d'un mouvement rectiligne, comme beaucoup d'autres moteurs que nous avons vus dans la même exposition et auxquels on attribue néanmoins le qualificatif engageant de rotatif : ici la force expansive de la vapeur est immédiatement transmise à l'arbre moteur, sans que le mouvement ait besoin d'être transformé, et nous allons voir avec quelle simplicité.

La machine se compose essentiellement d'un cylindre A (fig. 1 à 3), surmonté d'un chapiteau B qui contient les organes de distribution, de deux flasques latérales C fermant le cylindre et traversées par l'arbre moteur D. A l'intérieur se meut un anneau-piston G, qui porte à sa partie supérieure une cloison en acier H, servant à la distribution de la vapeur, et dont la longueur est suffisante pour qu'elle vienne affleurer, lorsqu'elle arrive à l'extrémité de sa course, les segments du genou I' que nous décrivons plus loin.

Dans l'arc médian de la coupe longitudinale de l'anneau (fig. 2) se trouve vissée une bague en acier trempé sur laquelle roulent des billes L. Celles-ci sont les organes intermédiaires entre l'anneau-piston, qui reçoit la poussée de la vapeur, et les deux cames E, qui sont calées excentriquement sur l'arbre moteur. Ces cames symétriques sont réunies en leur centre par une tige à écrou F, qui permet de régler à volonté leur écartement et, par conséquent, d'entr'ouvrir plus ou moins la gorge dans laquelle vient se loger la couronne de billes dont il a été question. L'anneau-piston, en se mouvant autour de l'arbre moteur, a constamment l'une de ses génératrices en contact avec la surface intérieure du cylindre, et, par ses deux faces latérales, s'appuie contre les flasques C, comme du reste la cloi-

son qui en forme le prolongement. Cette cloison, grâce

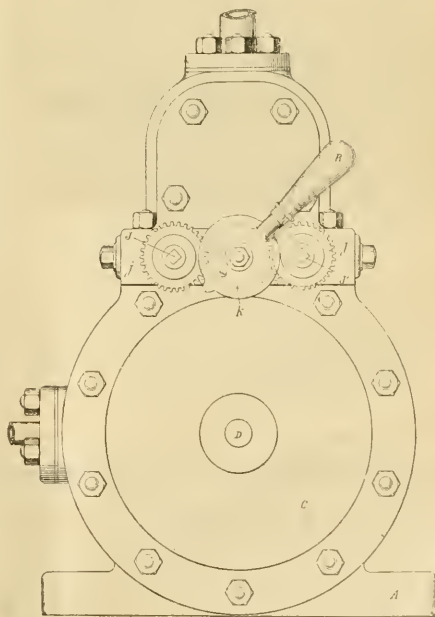


Fig. 1. — Aspect extérieur du moteur rotatif à vapeur. — A, base du cylindre; C, flasque latérale; D, arbre moteur; R, poignée commandant une roue dentée K, engrenant deux roues JJ, liées aux robinets J, J.

à sa hauteur, reste toujours engagée par son extrémité

supérieure dans un genou spécial disposé dans le chapiteau : elle est donc guidée dans tous ses mouvements.

Le genou est formé de deux segments cylindriques identiques II', entourant la cloison et portant, en outre, deux évidements OO' chargés de démasquer ou d'obturer l'arrivée de la vapeur. En oscillant à frottement doux dans une alvéole ménagée dans le chapiteau du cylindre, il constitue donc l'organe distributeur qui ouvre ou ferme l'arrivée de la vapeur sur l'anneau-piston, suivant la position que ce dernier occupe dans le cylindre. Deux robinets JJ', placés de chaque côté du genou, établissent l'admission ou l'échappement suivant le sens de la marche. Pour manœuvrer simultanément l'ouverture de l'un des robinets et la fermeture de l'autre, et par conséquent pour renverser la marche, il suffit d'une seule poignée R, commandant une roue

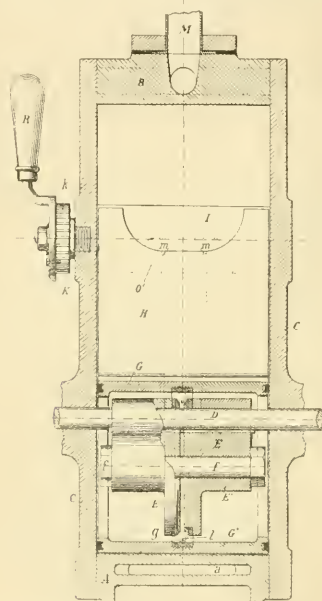


Fig. 2. — Coupe transversale du moteur rotatif à vapeur. — A, cylindre; B, chapiteau; C, C, flasques latérales; D, arbre moteur; E, E, cames; G, anneau-piston; H, cloison en acier pour la distribution de la vapeur; I, billes; R, poignée commandant la roue dentée k.

dentée centrale k qui engrène avec les deux robinets.

Pour diminuer les chances de condensation, le cylindre est à double enveloppe; la vapeur, arrivant par L, circule dans l'espace libre a qui entoure le cylindre; elle passe ensuite par l'un des deux robinets (J' sur la fig. 3), suivant le sens de la marche adoptée, et se rend dans le cylindre où elle agit sur la cloison et sur l'anneau-piston. Sous cette pression, l'ensemble se déplace et, par l'intermédiaire des billes, communique le mouvement aux cames et, par suite, à l'arbre moteur. Quand l'anneau-piston a fait un demi-tour, c'est-à-dire à la partie la plus basse de sa course, la cloison devient verticale et l'admission se ferme par suite du mouvement oscillatoire du genou. Alors la vapeur admette se détend détente 1/2) et continue à faire remonter l'anneau-piston qui conserve toujours l'une de ses génératrices en contact avec les génératrices successives de l'intérieur

du cylindre. Lorsque la cloison reprend la position verticale, c'est-à-dire quand l'anneau-piston atteint le point le plus élevé de sa course, il y a un instant communication de tout l'intérieur du cylindre avec l'échappement par le deuxième robinet, mais, immédiatement après, l'évidement du genou I' découvre à nouveau la lumière du premier robinet J', et l'admission de vapeur a lieu de nouveau, le cycle se reproduisant comme nous venons de le décrire.

On peut remarquer que, dans ce moteur, il n'y a pas de contrepression, puisque le cylindre est toujours en contact avec l'atmosphère; seule une faible déperdition serait à craindre par les faces latérales de l'anneau-piston. Mais là, l'étanchéité est obtenue grâce à une disposition tout à fait nouvelle : sur les faces latérales de l'anneau-piston et de la cloison, on a ménagé une série d'alvéoles circulaires, empiétant les unes sur les autres,

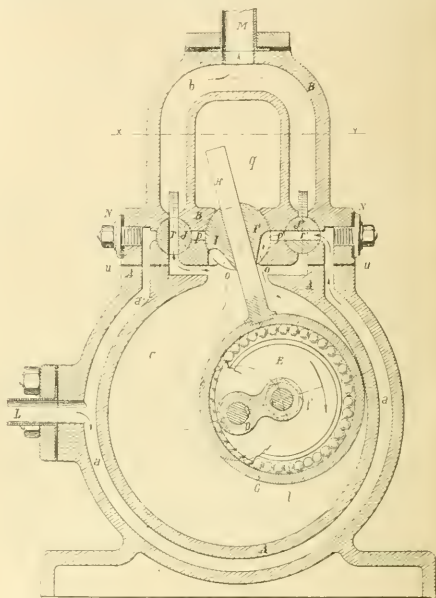


Fig. 3. — Coupe longitudinale du moteur rotatif à vapeur. — A, cylindre; B, chapiteau; C, flasque latérale; D, arbre moteur; E, came excentrique; f, tige à écrou; G, anneau-piston; H, cloison en acier; I, I', genou mobile; J, J', robinets; L, arrivée de la vapeur; M, sortie de la vapeur; L, billes; q, cavité où l'on verse la valvoline destinée à lubrifier le moteur.

et dans lesquelles ont été introduits à grande compression des bouchons de liège affleurant la surface du métal. Sous l'influence de l'humidité de la vapeur, ces lièges gonflent et viennent se serrer contre les deux flasques, formant un joint parfait et à frottement très doux. D'autre part, le contact successif des génératrices de l'anneau-piston avec celles du cylindre intérieur est rendu absolu par un artifice analogue.

Un unique graisseur suffit pour lubrifier tous les organes. La valvoline est versée dans la cavité q du chapiteau où se meut la cloison, et des conduits mm, pratiqués dans l'épaisseur de cette dernière, aboutissent dans l'intérieur de l'anneau-piston et y amènent l'huile qui vient baigner les cames, les chemins de roulement, la couronne de billes et l'arbre moteur, c'est-à-dire toutes les surfaces frottantes.

Le moteur πR^2 , qui est exposé, a une puissance de 6 chevaux; il marche avec de la vapeur à 10 kilos et tourne à 300 tours. Il pèse 140 kilos et présente l'encombrement très faible de $300 \times 350 \times 600$. Les qualités remarquables de simplicité et de robustesse de cette machine jointes aux facilités très réelles d'entretien qui doivent résulter du peu de complication de ses organes, font présager sa prochaine application à la navigation de plaisance et à l'automobilisme, au moins en ce qui concerne la traction des poids lourds.

Emile Demenge,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

§ 2. — Physique

Tube de Crookes régénérable par osmose.

— On connaît les principaux défauts des tubes à rayons X : ils deviennent à l'usage de plus en plus résistants, en raison de l'épuisement progressif de l'atmosphère intérieure; d'autre part, quand ils sont neufs, leur résistance faiblit souvent pendant la marche, par suite du dégagement prématuré de gaz condensés sur les parois et laissés à dessein comme provision. Pour parer à ces inconvénients, on est naturellement conduit à chercher un dispositif pouvant jouer le rôle d'un robinet et permettant d'introduire de petites quantités de gaz dans le tube toutes les fois qu'il tend à devenir trop résistant.

La propriété bien connue que possèdent le platine et quelques autres métaux d'être perméables à l'hydrogène quand ils sont chauffés permet de résoudre le problème : une paroi en platine, convenablement disposée, et un bec de gaz allumé, à la fois source de chaleur et réservoir d'hydrogène, constitueront tout l'appareil régénérateur dont voici la disposition :

Un tube P (fig. 1), en platine, de 2 millimètres de diamètre environ et de quelques centimètres de longueur, fermé à son extrémité *a*, est soudé, par son extrémité ouverte *b*, à une tubulure en verre adaptée à l'ampoule de Crookes A.

Supposons cette ampoule vidée et scellée comme à l'ordinaire; chauffons le tube P au moyen d'un bec Bunsen ou d'un chalumeau à main comme le montre la figure, ou même avec une simple lampe à alcool. Les conditions de l'expérience, aujourd'hui classique, imaginée par MM. Sainte-Claire Deville et Troost, sont alors réalisées :

le platine est porté au rouge vif et il est en même temps entouré par les gaz de la flamme, parmi lesquels se trouve de l'hydrogène libre¹. Cet hydrogène traverse par osmose les parois du tube de platine et pénètre ainsi dans l'ampoule de Crookes.

Le phénomène se ralentit si l'on modère l'action de la flamme et cesse naturellement dès qu'on retire celle-ci.

On peut suivre les progrès de l'opération en faisant en même temps passer le courant électrique². On

constate ainsi que quelques secondes suffisent pour amener à son régime normal une ampoule primitivement assez résistante pour ne pas permettre le passage de la décharge. Si l'on se propose seulement d'obtenir des rayons X, on devra s'arrêter à ce moment, et cette rapide manœuvre est assez simple pour pouvoir être faite pendant l'exécution d'une radiographie.

Continuant au contraire à chauffer le platine, les rayons émis s'affaiblissent progressivement, puis la fluorescence verte du verre s'atténue à son tour; au bout de quelques minutes, on a transformé le tube de Crookes en tube de Geissler. Prolongeant encore l'expérience, on arriverait à n'avoir plus, entre les électrodes, qu'une aigrette diffuse, prélude de l'étincelle ordinaire.

Inversement, et toujours au moyen du tube de platine, on peut faire sortir de l'appareil tout le gaz introduit par l'opération précédente, et ramener l'ampoule à son état initial. Plus généralement, on peut améliorer le vide dans un tube de Crookes trop peu résistant. Les tubes bien préparés contiennent, en effet, toujours de l'hydrogène.

On procède alors de la manière suivante :

Un petit manchon M, en platine, est disposé autour du tube P comme l'indique la figure 2. Au moyen d'un fort bec Bunsen, on chauffe au rouge vif le milieu du manchon, en évitant avec soin que la flamme n'en atteigne les extrémités, qui sont ouvertes.

Le tube de platine P est ainsi chauffé au rouge, mais il n'est plus en contact avec les gaz de la flamme, et les conditions sont inverses de celles de la précédente expérience; il y a maintenant plus d'hydrogène à l'intérieur du tube de platine qu'à l'extérieur, ce tube n'étant entouré que par l'air chaud qui circule dans le manchon M. L'hydrogène traverse, par osmose encore, les parois du tube P, et le vide se fait peu à peu, l'air ne pouvant pénétrer au travers du platine pour entrer dans l'appareil.

Cette seconde manipulation est beaucoup plus longue que la première, mais c'est précisément celle qu'il n'y aura lieu de faire qu'exceptionnellement; elle ne présente d'ailleurs aucune difficulté.

L'une et l'autre opération peuvent être renouvelées autant de fois que l'on veut : le platine ne perd pas à l'usage ses propriétés osmotiques, et la source de gaz dont on dispose, étant extérieure au tube de Crookes, est inépuisable.

P. Villard,
Docteur ès sciences,
Attaché au Laboratoire de Chimie
de l'Ecole Normale Supérieure.

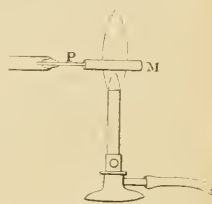


Fig. 2. — Amélioration du vide dans un tube de Crookes. — P, tube de platine soudé à l'ampoule; M, manchon de platine.

§ 3. — Chimie

Les nouveaux gaz de l'atmosphère : le Néon et le Métargon.

— On se rappelle que l'un de nous a cherché, en collaboration avec M. Norman Collie, à séparer par diffusion l'argon en deux parties; mais les deux portions obtenues présentaient une si faible différence de densité que nous ne nous sommes pas crus autorisés à conclure que l'argon est un mélange. Toutefois, nos expériences sur l'hélium nous ayant montré combien il est difficile de séparer une petite fraction d'un gaz lourd diluée dans un grand volume de gaz léger, nous avons décidé de recommencer nos recherches sur l'argon. C'est pourquoi nous nous sommes occupés, depuis plusieurs mois, à préparer une grande quantité

d'un bec Bunsen tenu avec une pince en bois, ou d'employer un chalumeau à manche isolant.

¹ La dissociation met toujours en liberté une notable quantité d'hydrogène dans la flamme d'un combustible hydrogéné. Le gaz d'éclairage contient, d'ailleurs, la moitié de son volume d'hydrogène libre.

² Les flammes étant conductrices de l'électricité, il convient, surtout avec les ampoules très résistantes, de se servir

d'argon, en partant de l'air atmosphérique et en absorbant l'oxygène par le cuivre chauffé au rouge et l'azote par le magnésium.

Dans cet intervalle, M. Hampson mit à notre disposition ses appareils pour la liquéfaction de l'air¹. Nous avons pu ainsi, au moyen d'air liquide bouillant sous pression réduite, liquéfier l'argon que nous avions préparé. Pendant la liquéfaction, une partie solide se sépara sur les bords du récipient et un peu au-dessous de la surface du liquide. La liquéfaction terminée et le liquide étant maintenu à basse température, nous avons fait le vide dans le récipient et recueilli en deux fois environ 100 centimètres cubes du gaz qui s'échappait et qui devait être le gaz le plus léger. Nous avons ensuite évaporé régulièrement tout l'argon liquide jusqu'à ce qu'il ne restât plus que la partie solide qui s'était formée pendant la liquéfaction; cette partie, évaporée à son tour, nous a donné deux portions de gaz d'environ 80 centimètres cubes chacune.

Le gaz léger obtenu au début a été mélangé avec de l'oxygène et soumis à l'action de l'étincelle au-dessus d'une lessive de soude. L'oxygène absorbé au moyen de phosphore, le gaz a été introduit dans un tube à vide et son spectre examiné. Il est caractérisé par plusieurs lignes rouges; dont une particulièrement brillante, par une ligne jaune brillante, et par des lignes vertes et bleues, nombreuses, mais indistinctes. La longueur d'onde de la ligne jaune, mesurée par M. Baly, est de 5849,6; elle diffère de celles du sodium, de l'hélium et du krypton, qui l'égalent en intensité.

Nous avons ensuite déterminé la densité du gaz, que nous proposons de nommer *néon* (nouveau). Un ballon de 32,36 centimètres cubes de capacité, rempli de néon à la pression de 612,4 millimètres et à la température de 19,92, pesait 0,03184 gramme; d'où l'on déduit pour la densité la valeur 14,67. La table périodique exigerait pour le néon une densité de 10 à 11; celui-ci est donc probablement mélangé à 40 à 45% d'argon; nous espérons le purifier par une nouvelle distillation fractionnée².

Le néon possède quelques propriétés remarquables, outre son spectre et sa faible densité. A l'inverse de l'argon, de l'hélium et du krypton, il est rapidement absorbé par les électrodes d'aluminium rouges d'un tube à vide, et, lorsque la pression diminue, le tube passe du rouge à l'orangé brillant, apparence que ne montre aucun autre gaz.

Le gaz lourd, provenant de la volatilisation de la substance solide, présente un spectre très complexe, différant totalement de celui de l'argon. Avec une faible dispersion, il paraît composé de bandes; avec un réseau, ces bandes se résolvent en lignes larges, qui ont été mesurées par M. Baly. Voici les longueurs d'onde des principales : dans le vert : 5.632,5; 5.583,0; 5.537,0; 5.163,0; 5.126,5; dans le bleu : 4.733,3; 4.711,5; 4.604,5; 4.314,0; 4.213,5; 3.878.

La densité du gaz a été également déterminée. Un ballon de 32,35 c.c. de capacité, rempli de gaz sous la pression de 763^{mm}, et à la température de 19,43, pesait 0,05412 gramme; d'où une densité de 19,87. Après le passage de l'étincelle, la densité n'a pas varié; elle ne diffère pas sensiblement de celle de l'argon. Nous avons ensuite déterminé le rapport des chaleurs spécifiques du gaz pour connaître son atomicité. Voici les résultats :

Longueur d'onde du son dans l'air.	34,18
— — — — — dans le gaz.	31,68
Rapport pour l'air.	1,108
— — — — — le gaz.	1,660

Le gaz est donc monoatomique. Comme il diffère sensiblement de l'argon, tant par son spectre que par

sa conduite aux basses températures, nous le considérons comme un élément distinct et nous le nommons *métargon*. Il nous semble tenir vis-à-vis de l'argon la même position que le nickel en face du cobalt, ayant presque le même poids atomique et cependant des propriétés différentes.

Nous n'avons pas observé le krypton dans nos expériences; cela tient probablement à deux causes : 1^o il était en trop faible proportion; 2^o il s'est volatilisé en même temps que l'argon, après le néon, mais avant le métargon.

William Ramsay et Morris W. Travers
de la Société Royale de Londres. Assistant à University College (Londres).

§ 3. — Métallurgie

Une nouvelle revue consacrée à l'étude des métaux : The metallographist. — L'étude scientifique des métaux a pris depuis quelques années un développement considérable et commence à former une branche spéciale de la science, la métallurgie. L'importance considérable des divers métaux au point de vue industriel, l'infinité variété de leurs applications sont trop connues pour qu'il y ait lieu d'insister sur l'intérêt des études de ce genre. Jusqu'à ces dernières années cependant, l'empirisme régnait en maître dans cette partie de la technologie. C'est à la suite du développement de la physico-chimie que l'on a commencé à se faire des idées précises sur la constitution des métaux et que l'on a pu en entreprendre l'examen systématique. La Société des Ingénieurs civils d'Angleterre et la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale en France, ont institué, chacune de son côté, des comités chargés d'étudier les alliages métalliques, qui ont produit déjà d'importants travaux et dont l'œuvre est loin d'être terminée; et plusieurs savants, travaillant isolément, ont consacré leurs recherches à ces mêmes questions.

M. Albert Sauveur, métallurgiste américain des plus distingués, bien connu par ses études sur la trempe et sur l'étude micrographique de l'acier, a pensé qu'il serait intéressant pour les métallurgistes de posséder un recueil qui rassemblât toutes ces études scientifiques ou techniques se rapportant à la pratique de leur art, et il a fondé une Revue trimestrielle, le *Metallographist*, avec le concours de spécialistes de diverses nationalités : M. Howe y représente l'Amérique, MM. Martens et Wedding, l'Allemagne, M. Roberts-Austen, l'Angleterre, MM. Le Châtelier, Charpy et Osmond, la France.

Les deux premiers numéros parus jusqu'à ce jour contiennent de nombreux articles fort intéressants, parmi lesquels nous sommes heureux de rencontrer l'étude de M. H. Le Châtelier sur les théories de la trempe de l'acier, publiée primitivement par la *Revue générale des Sciences*, et l'étude microscopique des alliages métalliques de notre collaborateur M. G. Charpy. Citons aussi les articles de MM. Ledebur et Albert Sauveur sur la trempe de l'acier, de MM. Osmond et Stead sur la micrométallurgie, de M. Juptner sur l'analyse chimique des produits métallurgiques, etc., etc.

The *Metallographist*, dont les citations précédentes suffisent à indiquer l'intérêt, est éditée par le Laboratoire d'Essais des Métaux de Boston, fondé et dirigé par M. Albert Sauveur; ce laboratoire, où les industriels peuvent faire essayer leurs produits aux points de vue chimique, mécanique, micrographique, etc., n'est pas le seul de son espèce en Amérique et en Angleterre; en France, nous ne possédons rien d'analogue et la campagne entreprise autrefois par la *Revue* pour la création d'un Laboratoire de Mécanique n'a pas amené de résultats. Souhaitons qu'en faisant connaître l'œuvre entreprise par M. Albert Sauveur, nous incitions un ingénieur français à suivre cet exemple et à doter notre pays d'un Laboratoire d'Essais dont le besoin se fait chaque jour plus vivement sentir.

¹ Ces appareils ont été décrits par le professeur Tilden dans la *Revue* du 15 avril 1896.

² Un nouveau fractionnement a, en effet, abaissé la densité de la portion la plus légère jusqu'à 13,7.

LES BASES SCIENTIFIQUES DE LA QUESTION CHINOISE

Depuis que la *Revue* a entretenu ses lecteurs de la Mission Brenier¹, la question de la pénétration des puissances étrangères en Chine n'a pas cessé d'être agitée. Or, les avantages réclamés ou déjà obtenus par la Russie, l'Allemagne, la France, l'Angleterre, le Japon et les Etats-Unis ne semblent pas compromettre l'intégrité territoriale de l'Empire Chinois. L'agglomération d'hommes qui se presse entre la Mandchourie et le Tonkin possède beaucoup trop de force de résistance et d'expansive vitalité pour permettre que son domaine soit entamé. Le partage mettrait d'ailleurs les convoitises en présence d'une façon trop dangereuse, pour qu'il puisse être directement essayé, à une époque où la paix devient chaque jour plus indispensable à la vie matérielle du monde.

Mais, à défaut de drame politique, nous assistons à une partie dont l'enjeu est constitué par les bénéfices éventuels de la conquête commerciale et de l'initiation agricole et industrielle de la Chine. C'est un pays de civilisation très vieille, mais presque stationnaire depuis Marco-Polo, et dont les inépuisables ressources naturelles, fort mal utilisées jusqu'à présent, sont demeurées interdites aux étrangers. Comment va s'opérer la mise en valeur de ce sol par les procédés scientifiques? Sera-ce tel peuple occidental de préférence, ou le Japon, qui dressera les Célestes à la vie moderne, et se paiera des peines de cette éducation par la vente chez eux de ses produits, par la distribution au monde des leurs? Ou bien les indigènes n'opéreront-ils pas plutôt d'eux-mêmes leur transformation, et quels seront alors les changements apportés à la vie économique de l'Europe par ce nouveau marché, qui recevra forcément certaines de nos marchandises et sans doute aussi nous inondera des siennes? Concurrence possible aux industries anciennes; transformation, en tous cas, des voies continentales d'Asie et, par conséquent, des pays qu'elles traversent : Sibérie, Turkestan, Birmanie, Tonkin; lutte ravivée pour la suprématie que détiennent l'Angleterre dans les mers d'Orient; accroissement du grand trafic par l'océan Indien, la mer Rouge et la Méditerranée, ou par le Pacifique Nord et les continents américains; vie nouvelle infusée peut-être aux ports et entrepôts de l'Europe et à la richesse européenne; — toutes ces éventualités sont à examiner. Enfin, quels avantages sont à attendre en Chine de la Nature et de l'homme pour les progrès déjà commencés, et quelles positions ont été

prises par les étrangers en vue de profiter de ce développement?

L'étude de ce grand problème s'impose aujourd'hui de la façon la plus pressante. Nous allons essayer de grouper ici l'ensemble des faits scientifiques — géographiques, géologiques, climatologiques, biologiques et démographiques — qu'il est nécessaire de considérer pour prendre quelque idée autorisée de la question.

I. — LE SOL DE L'EMPIRE CHINOIS.

Presque toutes les terres fertiles de l'Empire Chinois sont situées à l'est des monts Khyngan et d'une ligne qui serait leur prolongement jusqu'au Yun-Nan. Ce partage tient à des causes de relief, de nature du sol, mais surtout de climat, et ne pourra être que péniblement modifié par l'homme (fig. 1).

Autour des grasses plaines d'alluvions jaunes du Hoang-Ho et du Yang-Tsé-Kiang inférieurs, la décomposition des roches a produit des limons en Mandchourie et en Corée, ainsi qu'entre le moyen Yang-Tsé-Kiang et la mer, du loess dans le bassin de Hoang-Ho (« terre jaune » ou « Hoang-Tou »), de la latérite dans celui du Si-Kiang. Ces terrains sont de valeur fort différente selon les lieux au point de vue agricole et s'étalent d'ailleurs en masses discontinues entre les plis demi rasés du massif primaire de la Chine propre, ou ceux plus saillants des chaînes récentes qui l'enserrent. Mais tous ont pour caractère commun de recevoir une quantité d'eau qui permet, sur ce relief moyen, de les amender au besoin par l'engrais et la culture.

A l'ouest de la démarcation indiquée plus haut, trois sortes de régions plus ou moins pauvres sont à distinguer. Dans le pays alpestre, comprenant avec le Tibet occidental la plus grande partie du Yun-Nan et du Sé-Tchouen, dominent le régime de violent ruissellement des eaux, et, par conséquent, — entre les crêtes nues des chaînes et les marécages des profonds thalwegs, — les versants de roc lavé ou de terres à glissement, dont la pente et le déboisement ne font qu'accroître l'inconsistance. Sur les hauts plateaux, striés de chaînes abruptes, du Tibet (3.500 à 4.500 mètres), dans les compartiments montagneux autour de l'Altai, des Saïan et des Jablonoi, l'altitude provoque encore des précipitations assez abondantes pour engendrer de petits glaciers, des lacs d'eau douce, des torrents intermittents, donc des gazons et une mince couche de terre végétale; mais cette terre est durcie par la gelée durant de longs mois. C'est enfin dans l'espace déprimé

¹ Voyez la livraison du 30 décembre 1896.

qu'occupait la mer tertiaire (Han-Haï), entre les Pamirs, le Tibet, le Tian-Chan et le Khingane, que le sol est le plus ingrat, comme frappé de mort. Là n'a pu s'établir, à cause de la sécheresse et de la perméabilité des roches, l'écoulement régulier des eaux vers la mer, et la terre en supporte les habituelles conséquences, qui vont, comme dans tous les déserts, s'exagérant sans cesse d'elles-mêmes et se renforçant l'une l'autre : séjour sur place des débris de l'érosion ; mobilité et aridité extrêmes de

lité si vantée, qu'une morne et désolée étendue, entaillée de cañons abrupts, qui fait penser au plateau du Colorado.

II. — LES CONDITIONS CLIMATÉRIQUES ET LEURS EFFETS SUR LA VÉGÉTATION, LA FAUNE NATURELLE, LE RÉGIME DES COURS D'EAU.

Le climat de l'Empire Chinois (fig. 2), dont on vient d'apprécier quelques effets, est commandé



Fig. 1. — Nature du sol de la Chine, avec indication des principaux bassins houillers.

la surface, formée de croulants éboulis sur les versants, et, dans les plaines, de champs de pierres, ou de hautes dunes de sable sans cesse remaniées par le vent, qui les soulève en épais nuages de poussière. Au Gobi et au Koukoumnor, les dunes ont jusqu'à 20 mètres, et font d'infranchissables couloirs aux mares endormies dans leurs rives de sel.

Et ces phénomènes débordent jusque dans le moyen bassin du Hoang-Ho : près de l'Ordos, le fleuve, ensermé dans le sable, rappelle le Nil inférieur, ou le Niger à Tombouctou ; les terres jaunes elles-mêmes n'offrent là, malgré leur ferti-

par le renversement de la pression barométrique de l'hiver à l'été.

En hiver, les grands froids de l'Est de la Sibérie sont accompagnés de hautes pressions jusque dans le Nord de la Chine (773^{mm} à Pékin), et par conséquent d'un vent de Nord et Nord-Ouest, glacé et pénétrant, dont les rafales soufflent jusque sur les mers méridionales. Pékin, dont la latitude est à peu près celle de Lisbonne, subit la même température hivernale moyenne que Saint-Petersbourg (— 8° C.) ; Chang-Haï, à la hauteur d'Alexandrie, a la moyenne hivernale de Cardiff (+ 4° C.) ; et Canton, aussi loin du pôle que la baie d'Arguin, n'a que

+14° C. Alors courent dans le ciel des nuages noirs et déchiquetés, qui crévent en tourbillons d'une neige impalpable, ou bien l'air immobile est serein et sonore. A Canton même, durant les nuits étoilées d'automne, les bananiers se flétrissent, les bois fendent et l'eau se prend.

En été, au contraire, la pression, forte sur le Pacifique, décroît jusque dans le Turkestan chinois, où le baromètre marque couramment 748^{mm}, par des températures de +35° et +40° C.,

Partout les saisons intermédiaires sont courtes et troublées: sur la côte, par des cyclones dont les dévastations sont célèbres; dans les terres, par des ouragans de poussière, de sable et de gravier tels, dit Prjévalsky, que « souvent la vue en est obscurcie et la respiration rendue difficile ».

Le climat maritime, doux, égal et régulièrement humide, tient donc peu de place en Chine. Chang-Haï, sinon Canton, n'a que des pluies capricieuses; dans les deux villes les saisons extrêmes offrent

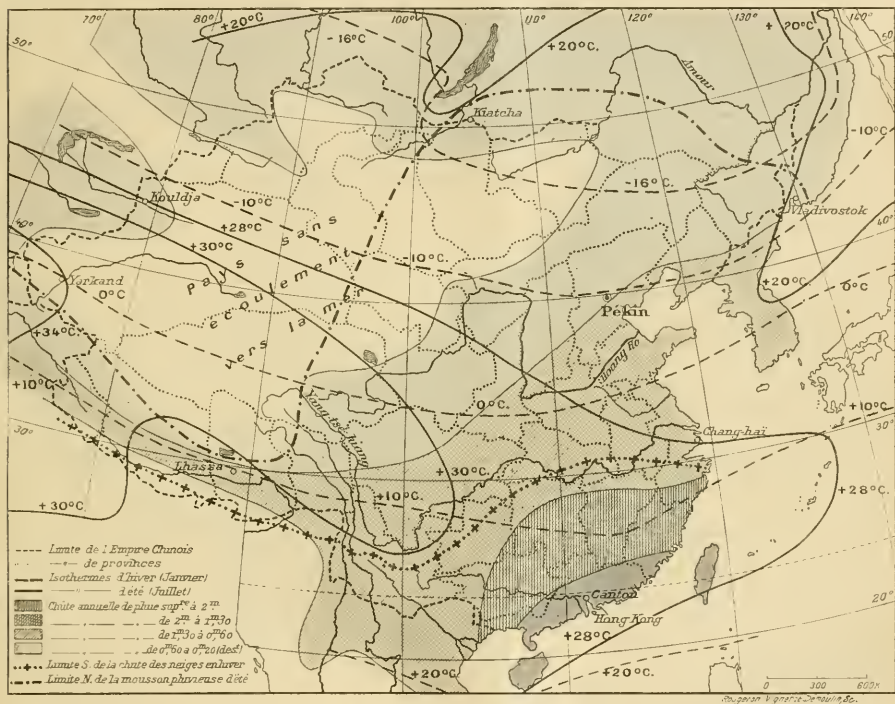


Fig. 2. — Régime climatique de l'Empire Chinois.

qui sont celles du Sahara et des déserts mexicains. Pendant des mois souffle sur la Chine la mousson de mer, qui s'élève dès mars à Hong-Kong. Mais, fait remarquable, ce vent n'atténue guère l'atmosphère, sauf au Sud-Est: Pékin et Chang-Haï ont alors une moyenne de +28° C., aussi élevée qu'à Koulja, et qui est celle de Tombouctou. C'est que les pluies, dont la limite est toutefois beaucoup plus septentrionale qu'on ne l'avait supposé, diminuent très vite du Sud-Est au Nord-Ouest, jusqu'à moins de 20 centimètres dès l'Ordos; et leur chute n'a pas lieu à l'intérieur par longues et puissantes averses, mais par ondées irrégulières.

des écarts de température de 16 à 24°, et c'est à Hong-Kong seulement que l'air, toujours chaud et saturé, présente les phénomènes des pays tropicaux. De pareilles conditions rappellent celles des Etats-Unis bien plutôt que de l'Europe tempérée.

L'atmosphère et le sol semblent donc conspirer pour faire de la majeure partie de l'Empire Chinois un pays desherité. Les forêts tropicales du Sud-Est (fig. 3), en une région inégalement montueuse et arrosée, exposée de plus aux bourrasques du Nord, sont moins étendues, moins épaisses et moins riches en variétés utiles que celles de l'Indo-Chine et de la Malaisie: dès qu'on s'éloigne de la mer, le bam-

bou, les fougères, le tek, les acacias remplacent les palmiers et se mêlent vite aux espèces tempérées. Les vallées surpeuplées du Si-Kiang et du Yang-Tsé-Kiang ont d'ailleurs perdu depuis longtemps leur parure d'arbres. Le déboisement a même gagné le Sé-Tchouen, le Yun-Nan, et les versants, dévastés ou garnis seulement de pâturages, y laissent les eaux ruisseler à flots, puis s'éconler en crues énormes par étroits couloirs. Le Yang-Tsé-Kiang, sinon le Si-Kiang, le Hoang-Ho surtout, même le Peï-Ho, plus au Nord, sont d'énormes torrents, qui charrient des quantités de matériaux, dévastent souvent leurs vallées malgré les digues et les lacs de défense, finissent dans des deltas marécageux au milieu desquels ils divagent, ou bien ont leur entrée coupée d'une barre, et seraient donc peu navigables sans la masse d'eau que leur fournissent, d'une façon intermittente, il est vrai, les glaciers et les neiges de l'intérieur¹.

La montagnense Corée, les Khingan et les autres chaînes voisines de la Sibérie du Sud-Est, où la végétation a été respectée, déroulent aux yeux leurs sombres bois de pins et leurs pâturages habités par des animaux à fourrures, qui donnent surtout au versant est du Khingan un caractère alpestre, accentué par de nombreux lacs, et des torrents aux eaux grises, que draine le Zoungari, « la Fleur-de-Lait ». Mais partout ailleurs, entre le Pé-Tchi-Li et les Pamirs, le Baikal et l'Hymalaya, l'insistance ou la dureté extrême du sol, des rigueurs et la sécheresse du climat, n'ont laissé place qu'à la maigre steppe et au morne désert de l'Asie Centrale.

La steppe, qui fait aux déserts une ceinture continue, n'offre là nulle part les herbes drues et hautes, ni le foisonnement de vie animale des savanes africaines. Elle est formée, selon l'altitude, de « plaques d'une sorte de mousse mesurant un pouce » (Prjévalsky), ou de touffes espacées d'un gazon grêle et sec, coupé de rochers, de dépôts d'argile ou de sel, mort souvent dès la fin du printemps, et « qui donne, vu de loin, l'impression d'un paillasson d'un jaune sale et uniforme » (d'Orléans); pas de végétaux ligneux; en général, quelques pins, peupliers et saules souffreteux le long des rivières, et des plantes à oignons près des sources; des bandes d'onagres, d'antilopes, de chevrotains, des yaks, quelques chameaux sauvages aux endroits où l'homme ne va point.

Au centre, le désert envahit tout, monte des unifornes plaines de sable et de pierres à l'assant des géants montagneux, dont les flancs ravagés tom-

bent peu à peu en ruines. Le Gobi, le Takla-Makhan, les déserts Tibétains ne le cèdent pas en aridité et en tristesse aux solitudes africaines; entre les dunes moutonnées ou les amas de cailloux, pointent de place en place quelques plantes halophytes, « à petites branches ligneuses et épineuses, demi enfouies dans le sol » (Prjévalsky); des gerboises bondissent, des lézards glissent, quelques antilopes se hâtent, des vautours battent de leurs ailes l'air silencieux et sec. L'eau y est un trésor rare. Les torrents descendus des hautes chaînes n'aboutissent à de vrais cours d'eau que sur le Tibet; ailleurs, ils alimentent de fausses rivières, comme le Tarim, qui se perdent vite dans des mares saumâtres, « simples flaques, où une pirogue trouve de la peine à se glisser » (d'Orléans); ou bien ils vont à de profonds lacs de montagnes, dont les eaux salées, d'un bleu de soie métallique, écumant sous le vent continu.

III. — LES CARACTÈRES ET L'ÉTAT DE L'AGRICULTURE.

La nature ne paraît donc pas, sauf exceptions, avoir préparé la richesse actuelle et future de l'Empire Chinois. Mais il faut compter avec la présence dans la Chine propre d'une des populations les plus denses de la terre. Cette multitude d'hommes sont, pour la plupart, des agriculteurs modèles, qui font rendre au sol tout ce que comportent, avec l'emploi de leurs procédés, sa fertilité et le climat. Ils offrent, de plus, à proximité de gisements de métaux et de combustible pour ainsi dire inépuisables, comme le long des nombreuses routes d'eau intérieures, une main-d'œuvre abondante, dont il est permis d'attendre l'essor rapide d'une grande industrie et d'un grand commerce. De même qu'aux Etats-Unis, dont la comparaison s'est déjà imposée à nous, le rôle de l'humanité est en Chine capital au point de vue économique, avec cette différence, toutefois, que l'exercice de l'activité humaine, antique ici, ne se complique pas du problème de peuplement, et ne demandera jamais, semble-t-il, pour produire tous ses fruits, d'organisations financières aussi redoutables.

La variété et le grand rendement des produits sont déjà les deux caractères essentiels de l'agriculture chinoise (fig. 4). Ces qualités tiennent à une certaine régularité des saisons, à la grande étendue en latitude des sols cultivables, à la prédominance enfin de la petite propriété. La Mandchourie est voisine de la limite nord des céréales, fort méridionale en Asie comme en Amérique; mais à Hong-Kong et Hai-Nan, la canne à sucre et le bananier poussent à côté de la pomme de terre et des fruits méditerranéens. Dans tout l'espace entre ces points extrêmes, la fin du régime féodal a déterminé la

¹ Le Yang-Tsé-Kiang roule en moyenne 22.000 mètres cubes à la seconde, et, par an, 195 millions de mètres cubes d'alluvions; le Peï-Ho, 2.900.000 mètres cubes; le Hoang-Ho, dont le delta périodiquement ravagé est le plus grand du monde, 620 millions de mètres cubes.

formation de petits biens familiaux¹ où la culture n'a lieu qu'en vue de l'utilisation des produits sur place, et par des moyens routiniers, comme la charrue trainée à bras, mais avec une minutie de soins extrême, et une ténacité qui laisse peu de places improductives. Les abrupts versants du Sé-Tchouen, du Yun-Nan et du Kouei-Tchéou, vus par MM. d'Orléans et Brenier, les parois verticales des cañons des Terres jaunes du Kan-Sou et du Chen-Si décrits par Richthofen,

le coton, le Kiang-Sou. Mais pas une propriété chinoise dans laquelle on ne trouve, autour de la petite maison et du vivier où s'engraissent poissons et canards, un carré de céréales, riz, maïs ou sorgho, selon la latitude¹, quelques pieds de ramie (china-grass) ou de coton, du tabac, des pavots pour l'opium, une dizaine d'arbres, mûrier, frêne, chêne ou ricin, pour nourrir les vers à soie, vernis pour la laque, l'indispensable bambou, qui fournit depuis les poutrelles du toit et les fibres des nattes

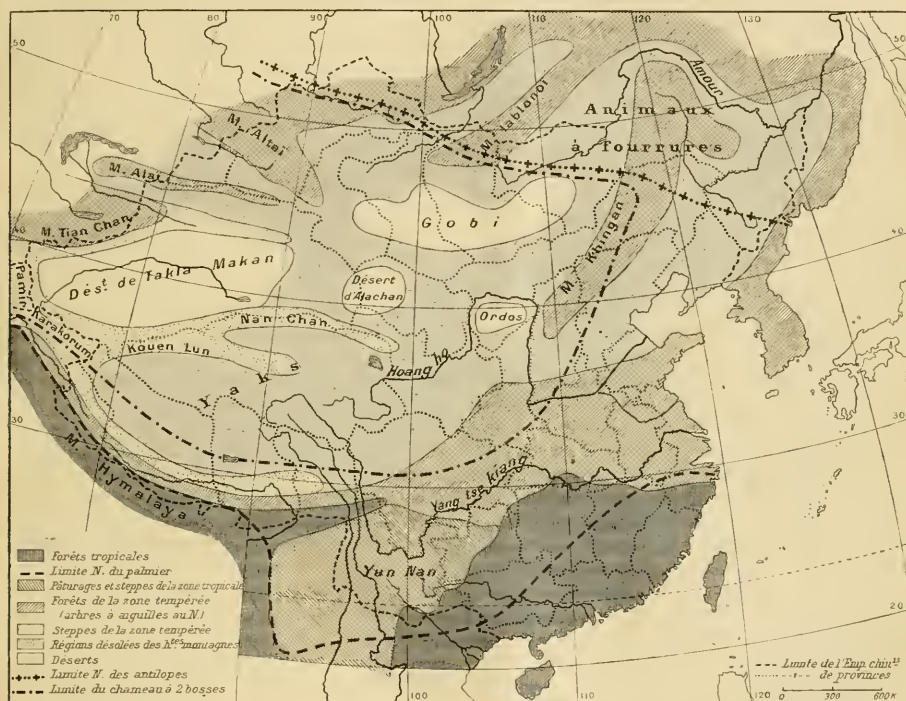


Fig. 3. — Faune et flore naturelles de la Chine.

portent des cultures en terrasses; dans les basses vallées, l'espace laissé libre par les crues, le long du Hoang-Ho et du Yang-Tsé-Kiang, une partie des marais du Tche-Kiang, sont devenus des sortes de polders.

Quelques plantes, qui demandent des conditions spéciales de sol et de climat, habitent de préférence certains centres: la canne à sucre, le Fo-Kien et Haï-Nan; le thé et l'indigo, le Fo-Kien, la vallée du Yang-Tsé-Kiang (notamment le Chan-Si);

jusqu'aux vases à boire, enfin des arbustes à profusion, lauriers, myrtes, camélias, rhododendrons, des fleurs éclatantes et bizarres, obtenues par un art inconnu des Européens. Peu ou pas de forêts et de grands bois, point de pâturages, en un pays où les animaux domestiques, ce sont surtout des porcs, ne servent ni au portage, ni au travail des champs. Et ainsi beaucoup de paysages offrent aux yeux, depuis les crêtes inutilisables par leur infertilité jusqu'à l'eau du fleuve et de la mer, d'immenses

¹ En Mandchourie, pays d'élevage, il y a des fermes de plusieurs hectares; mais la transformation s'opère actuellement.

¹ La production annuelle du riz en Chine est de 500 millions d'hectolitres (évaluation, quantité insuffisante, mais complétée par l'importation d'Indo-Chine.

jardins, au milieu desquels circulent les jonques, et fument déjà quelques cheminées d'usines. L'agriculture qui nourrit, qui fournit presque tous les objets indispensables à l'existence, qui alimente exclusivement le commerce extérieur, et dont la grande industrie doit beaucoup attendre, est la vie même de la Chine. Elle est universelle, les lois la protègent, les philosophes et les moralistes l'exaltent¹. Il lui manque l'introduction, reconnue possible, de certaines plantes, le café, les épices, et aussi l'adoption de procédés scientifiques, qui ne se fera que par l'intervention européenne. Tous ces végétaux vivent moins d'engrais que d'humidité, car les Chinois sont de merveilleux hydrauliciens.

Où commence le climat continental, on ne rencontre plus, hors des montagnes et des forêts, que l'élevage sur l'herbe de la steppe, et les cultures d'oasis le long des filets d'eau du désert. L'élevage est maigre comme la steppe: les chevaux et brebis qui paissent autour des yourtes des Mongols nomades, les chèvres, les yaks et les chameaux du Tibet, n'enrichiront jamais beaucoup ni l'Empire ni les étrangers; et il est peu probable que le gazon ras de l'Asie Centrale remplisse un jour, sauf en Mandchourie, le rôle économique de la prairie américaine. Mais les déserts intérieurs sont actuellement le théâtre d'un curieux développement de cultures d'oasis, dû à la colonisation chinoise. Partis des régions de l'Est, les agriculteurs chinois s'infiltrèrent patiemment au milieu des Mandchous, Mongols et Tartares, vers le Nord jusqu'à Ourga, vers le Nord-Ouest jusqu'à Kobdo et Kouldja; ils apportent leurs habitudes minutieuses de travail pour le mûrier, le coton, le maïs, le sorgho, les arbres à fruits, l'élevage des chèvres, et aussi leur ténacité envahissante: Bao-Tou, Ngan-Si, Khami, Oumrouts (fig. 4), sont maintenant des villes chinoises, et des parties de la Mongolie ont dû être ajoutées au Chan-Si et au Kan-Sou chinois. Les oasis turcomanes du Turkestan et du Tibet méridional échappent seules à ce mouvement vivace, qui n'a de comparable en Asie que la colonisation slave d'Ouest en Est, dans la Sibérie méridionale.

IV. — L'INDUSTRIE CHINOISE.

L'agriculture met en circulation dans le Céleste Empire une grande abondance de matières premières d'industrie². Au point de vue des richesses minérales, ce pays n'a guère de rival en dehors des États-Unis, même si l'on ne tient pas compte

des ressources en houille et en fer de la Corée, qui n'est déjà plus chinoise, ni de celles en métaux précieux de l'Altaï et du Tian-Chan. Pour la houille notamment, la Chine est certainement la contrée la mieux pourvue du monde³; les plus gros amas (fig. 1) se trouvent dans le Chan-Si, le Chen-Si et le Kan-Sou, et au Yun-Nan; le Tchê-Kiang, le Fo-Kien, le Chan-Toung, le Kian-Si, le Pé-Tchi-Li ont des bassins moins étendus. Le pétrole et le sel sont au Sé-Tchouan. Le fer se rencontre près des combustibles minéraux, comme en Angleterre et aux États-Unis, dans le Chen-Si, le Chan-Si, le Kouéi-Tchéou, le Kouang-Toung, le Chan-Toung et surtout le Yun-Nan; les métaux précieux, au Yun-Nan, qui a aussi du cuivre, au Sé-Tchouan, au Kouang-Toung (argent), au Chan-Toung (or). La terre à porcelaine abonde à Kao-Ling, près du lac Poyang.

Pourtant, l'Empire Chinois est presque totalement dépourvu de véritable industrie, c'est-à-dire de l'utilisation complète, par le concours des capitaux et des moyens scientifiques, des matières que fournit l'agriculture ou qui sont contenues dans le sol. Avantage inestimable, ces matières se trouvent accumulées, dans la Chine propre, précisément à l'endroit où la population, de beaucoup la plus lassée, offre à profusion la main-d'œuvre patiente et pour le moment peu coûteuse des coolies. Mais les Chinois n'ont pas de capitaux², semblent ignorer chez eux la puissance de l'association, qu'ils pratiquent avec tant de bonheur à l'étranger, surtout restent encore fermés à l'idée d'un travail dont les produits seraient destinés en majeure partie à dépasser le cercle des emplois familiaux, nationaux ou de voisinage, pour alimenter les échanges lointains. Routine ou systématique indolence, leur éducation économique est presque entièrement à faire.

Les industries minières sont dans l'enfance. Jusqu'à nos jours, le cuivre du Yun-Nan était seul exploité pour la fabrication des sapèques: les mines, abandonnées au moment de la sanglante révolte musulmane des Taïpings, n'ont été rouvertes qu'en 1883, et sont aux mains d'ingénieurs japonais. Le fer et la houille n'ont commencé à être extraits en quantité notable qu'au moment où la dernière guerre contre la France a fait sentir le besoin d'un armement nouveau: un syndicat anglais, autorisé en 1886, a mis en valeur les mines de fer du Kouéi-Tchéou; et des puits ont été ouverts dans les bassins houillers de Kaï-Ping (Pé-Tchi-Li) et du Hou-Nan, où le travail est d'ail-

¹ On sait que chaque année l'Empereur, entouré des principaux mandarins, trace de sa main un sillon en une cérémonie solennelle.

² Pour ne parler que de la soie, la production égale certainement celle du reste du monde.

³ Richthofen a estimé la capacité des gisements à 1 milliard de tonnes.

² La dette de l'Empire dépasse déjà 1 milliard de francs.

leurs très mal organisé¹. Le pétrole n'est exploité qu'à Tchoung-King (Sé-Tchouen), depuis 1894, par des Japonais. Le reste des mines, propriété impériale, demeure interdit; et c'est un fait psychologique en même temps qu'économique d'une haute signification que cette puissance si bien partagée importe encore la plus grande partie de son combustible minéral du Japon et du Tonkin, et les métaux des Etats-Unis et des îles de la Sonde.

Dans ces conditions, les véritables centres manu-

mais surtout au Kiang-Sou, où Sou-Tchéou-Fou et Hang-Tchéou-Fou sont les deux centres producteurs, et Chang-Haï le grand marché. Le coton se tisse à Tien-Tsin, Chang-Haï et Nankin. Les briques de thé à destination de l'Asie Centrale se préparent à Han-Kéou. La plus fine porcelaine se fabrique à Nan-Tchang (Kiang-Si). Ainsi, la vallée du Yang-Tsé-Kiang est la partie de beaucoup la plus avancée de la Chine; mais il va sans dire qu'il n'est presque pas de ville, et même de village



Fig. 4. — Carte agronomique de la Chine.

facturiers sont rares, en dehors de ceux où s'élaborent les denrées spéciales d'exportation fournies par l'agriculture. Le fer est travaillé à Lang-Tchéou-Fou, à Tai-Yuan-Fou (Chan-Si), et dans le Pé-Tché-Li; le fer et le cuivre au Yun-Nan; mais la seule grande vue métallurgique est Ou-Tchang, vue naguère par la mission Brenier, et à laquelle sa position près de Han-Kéou prépare certes un grand avenir. Le filage, tissage, teinture de la soie, les broderies de soie, se font dans le Chan-Toung, le Sé-Tchouen,

chinois, où ne se produisent, presque toujours à domicile et par des procédés rudimentaires, les étoffes de soie, coton et ramie, les objets de laque, de jade, d'ivoire, le papier, les nattes, etc. Presque autant que l'agriculture, l'industrie promet, mais, plus encore, elle appelle une organisation.

V. — CONDITIONS DU COMMERCE INTÉRIEUR DE LA CHINE.

Tous les voyageurs ont admiré le fourmillement des jonques sur les cours d'eau, même secondaires, de la Chine. De fait, ces cours d'eau offrent, par leur situation au milieu de régions productives et par leur abondance, de grandes facilités pour la

¹ Les seules mines vraiment importantes sont celles de Kaï-Ping (900 tonnes par jour). Avant la guerre japonaise, la production totale était de 1 à 5 millions de tonnes par an.

circulation intérieure des objets de commerce; et il règne dans tel port fluvial de l'Empire, comme Han-Kéou ou Siang-Tan, dont les quais rudimentaires ont plusieurs kilomètres de longueur, un mouvement qui fait penser au Rhin et à l'Elbe. Mais aucun des fleuves chinois n'a encore été aménagé, et la plupart, dépourvus de tout matériel, présentent pour la grande navigation des inconvénients sérieux. Le Peï-Ho est barré à son embouchure. Le Hoang-Ho a des crues dévastatrices, qui remanient sans cesse son lit; son entrée, où l'on ne trouve que deux mètres d'eau sur la barre, est des plus défectueuses, et c'est un fait remarquable qu'il ne se rencontre, sur les rives d'un fleuve aussi puissant, pas une grosse agglomération urbaine en aval de Lang-Tchéou-Fou. Les deux voies d'eau les plus maniables sont le Si-Kiang et le Yang-Tsé-Kiang; mais, tandis que celui-là se termine, comme le Gange et le Mékong, dans une vaseuse et malsaine région deltaïque, le Yang-Tsé, second fleuve du monde pour la longueur, et l'un des premiers pour la moyenne du débit, régularisé d'ailleurs par les lacs riverains de Tehouang-King et de Po-Yang, et finissant dans un estuaire que la marée remonte jusqu'à 300 kilomètres, deviendra aisément navigable pour les grosses embarcations jusqu'à Ping-Chan (Sé-Tcheouen), à 2.870 kilomètres de son embouchure; ses affluents, le Han-Kiang et le Siang-Kiang vont au-devant du Hoang-Ho et du Si-Kiang, auxquels des canaux les réunissent; et Han-Kéou, centre de tout ce réseau, ferait un commerce annuel de près de 500 millions de francs.

Laissés presque à leur état de nature, ces chemins ont, jusqu'à présent, suffi aux besoins du commerce intérieur chinois, mais il n'en sera plus de même le jour où commencera la mise en valeur complète du pays. Ils relient mal les ports avec le reste de la Chine; ils sont mal rattachés entre eux, car l'on ne saurait voir un canal de grande navigation dans le canal impérial (Yun-Ho), à demi ruiné (fig. 4), non plus que dans les nombreux fossés creusés par les agriculteurs; surtout, ils ne sont pas complétés par des voies de terre. Comme chemins de fer, les Chinois n'ont guère toléré, en effet, que la construction des deux tronçons de Tien-Tsin à Chang-Hai-Kouan et de Lang-Son à Lang-Tchéou. Des routes établies par la dynastie mongole, il ne reste, en dehors de la route postale de Pékin à Khalgan, suite du « trakt » sibérien, et de quelques débris de la voie mandarine de Canton à Hué, que des ornières où cahotent les chaises à porteurs, les brouettes traînées à bras, les charrettes à deux roues attelées de mulets ou de chevaux. La Mandchourie, la Mongolie, le Turkestan ne commercent avec la Chine que par des pistes de caravanes aboutissant à Pékin et à Lang-Tchéou-

Fou (fig. 6); et l'on voit jusque dans les rues de ces deux villes les longues files de chameaux qui viennent échanger les fourrures de Tsitsikar, Girin ou Maïmatchin, ou les fruits des oasis, contre les briques de thé vert pour l'Asie Centrale, ou les articles d'exportation pour la Russie. C'est enfin par des sentiers dangereux, où le portage a lieu par mulet ou à dos d'homme, qu'arrivent dans le Sé-Tcheouen et le Yun-Nan la laine, les peaux, les tapis de poil de chèvre et les métaux du Tibet, toujours contre les briques de thé.

VI. — CONDITIONS DÉMOGRAPHIQUES ET POLITIQUES.

Le fait démographique essentiel, expliqué par le concours des circonstances précédentes, est que la population se trouve en général de beaucoup la moins dense dans les parties de l'Empire situées hors de la Chine propre. Il y aurait toutefois erreur à ne point distinguer, ici comme partout, les régions de steppes, seules livrées au vrai nomadisme, les déserts, où les hommes sont, sinon plus nombreux, du moins réunis aux points d'eau et le long des voies de commerce en groupes plus nombreux, plus fixes, plus civilisés déjà, plus susceptibles en définitive d'un développement économique immédiat. Le Turkestan chinois possède dans Kachgar, Yarkand et Khotan de vraies grandes villes de 40 à 60.000 habitants, et tel centre de colonisation chinoise en Mongolie, comme Ngan-Si, compterait déjà autant d'âmes que Samarkand et Bokhara¹.

Quant à la Chine proprement dite et à la Corée (fig. 3), la densité, fort inégale de l'Est à l'Ouest, où dans les provinces étendues et de conditions variées, comme le Kan-Sou, le Sé-Tcheouen et le Yun-Nan, est cependant, pour les deux tiers de la surface, supérieure à 50 habitants au kilomètre carré. Dans l'Est, elle dépasse partout la moyenne de la France (72); et elle atteint au Kiang-Sou, au Chan-Toung, au Hou-Pé et au Fo-Kien, où le sol et le climat offrent les plus grands avantages pour l'agriculture, l'industrie et le commerce, les chiffres des endroits les plus peuplés de la terre, certaines parties de Java et de la vallée du Gange, la Belgique, la Grande-Bretagne, l'Allemagne rhénane et la plaine du Pô². Fait caractéristique, et

¹ Voici, d'après Popof, l'évaluation du nombre d'habitants pour ces parties de l'Empire, quelque peu différentes des chiffres admis d'ordinaire : Mandchourie, 5.750.000; Mongolie et Tarbagataï, 2.100.000; Kan-Sou, Mongol et Hli, 1.286.000; Tibet et Koukonor, 2.000.000. L'Empire aurait en tout 418.570.000 habitants au lieu de 365.000.000 ou 395.000.000 (Corée comprise). *Iz vestia de la Soc. de Géogr. de Saint-Petersbourg*, 1896, p. 226.

² Densité d'après Popof : Moyenne, 105 (Italie); Sud, 30; Nord, 57; S.-E., 120 (Grande-Bretagne); Centre et Est, 150. Le Chan-Toung et le Ngan-Hoei auraient plus de 200 habitants au kilomètre carré.

qui rapproche beaucoup plutôt la Chine, puissance agricole, de Java ou de l'Inde septentrionale, que des régions industrielles de Grande-Bretagne, d'Allemagne et de Belgique, la population, si pressée soit-elle, ne présente presque nulle part des groupements urbains artificiels, mais demeure rurale, disséminée.

Il n'y a guère que dix villes atteignant ou dépassant 500.000 habitants (fig. 6), et encore la plupart de celles-ci ne sont que d'immenses villages coupés de jardins, ou des séries de ports fluviaux lentement soudés entre eux. Deux seules paraissent faire exception : Siang-Tan, et surtout l'ensemble formé par Han-Kéou, Ou-Tchang et Han-Yang, qui est le cœur de l'industrie, ou tout au moins du commerce in-

terieur. C'est une indication que la répartition des Chinois n'est pas définitive : elle n'a encore subi pleinement que les effets de la terre, non ceux de l'activité humaine, qui détermineront un afflux dans telles provinces aujourd'hui mal partagées, parce qu'elles

sont moins fertiles, comme les districts miniers du Chen-Si, du Sé-Tchouen, du Yun-Nan, ou encore le long des futures voies de communication, par lesquelles la mise en valeur agricole se fera plus complète¹.

Cependant, la partie de l'Empire abritée derrière la grande muraille demeurera le centre politique des peuples de l'Asie Centrale. La force d'absorption et d'expansion de cette multitude est véritablement prodigieuse, malgré son faible accroissement annuel², et le passé comme le présent

prouvent beaucoup pour l'avenir. Venus du Sud-Est du Turkestan, les Chinois ont supprimé ou assimilé les anciens habitants du pays, Thaïs ou Miao-Tsé. Ils ont résisté à l'infiltration et à la conquête des Mongols et des Mandchous, qui leur ont fourni deux dynasties sans les réduire. Actuellement, ils se répandent au Nord et à l'Est de la Chine beaucoup plus qu'à l'étranger, où ils ne seraient que 4.000.000 (Popof). La Corée et la Mandchourie sont terres de colonisation chinoise comme la Mongolie, la Mandchourie surtout, pays d'origine de la dynastie régnante, où un vice-roi représente l'empereur et où Moukden est une de ses résidences³. Les populations de la Mongolie, du Turkestan et du Koukounor sont véritable-

ment vassales; leurs khans reçoivent l'investiture en échange de l'impôt, du service militaire et de la protection des caravanes; le dalaï-lama du Tibet est aussi investi, et Lhassa possède un résident et une garnison chinoise⁴.

L'Ouest du Turkestan, du Tibet,



Fig. 5. — Densité de la population chinoise.

trop lointain et mal relié à la Chine, a seul plus d'attaches avec l'Asie russe et l'Inde. L'Empire Chinois paraît, en somme, malgré sa variété, un bloc qui se laissera difficilement désagréger, et même pénétrer: fait plus significatif, au point de vue européen, que la transformation matérielle, sociale et politique déjà commencée⁵. Et pourtant, la Chine propre n'a pas d'unité ethnique, ni de langue commune, hors la langue écrite des mandarins, ni la même religion, puisque, à côté des bouddhistes, les mahométans seraient 21 millions et les confucianistes ou thaïstes encore plus nombreux, ni enfin d'unité

¹ Population des principales villes chinoises d'après les dernières évaluations : Han-Kéou (avec Ou-Tchang, 1.500.000 à 2.000.000 d'habitants); Siang-Tan, 1.000.000; Tieu-Tsin, 950.000; Popof; Hang-Tchéou, 900.000; Fou-Tchéou-Fou, 635.000; Nankin, Sou-Tchéou-Fou, Lang-Tchéou-Fou, Tchang-Tchéou, Peking et Si-Ngan-Fou, chacune 500.000.

² 0,50 % seulement (Popof), à cause des fléaux naturels, du manque d'hygiène, de l'opium, etc.

³ Une portion de la Mandchourie, le Chin-King, a été ajoutée au Pé-Tchi-Li.

⁴ Voyez à ce sujet E. BOIX: L'Asie Centrale et ses relations commerciales avec la Chine, l'Inde et la Russie. *Revue des Sciences* du 30 janvier 1898.

⁵ Voyez BRENIER, *L'Illusion jaune*, *Ann. de l'Ecole des Sciences politiques*, 15 mars 1898.

politique, les huit gouverneurs généraux étant tout-puissants. Ce qui groupe contre l'étranger ces hommes pauvres, laborieux et peu inventifs, c'est la communauté d'usages imposée par le sol et aussi une sorte de tempérament moyen mal défini encore, dont la défiance de tout service et de toute direction semble faire le fond.

VII. — LE COMMERCE EXTÉRIEUR DE LA CHINE.

La force de résistance de la Chine est évidente

rare dans le monde, font par eux-mêmes la plus grande partie de leurs échanges extérieurs à l'aide d'un cabotage très actif, qui s'adresse à l'entrepôt de Hong-Kong, au Japon, à l'Indo-Chine, même à la Malaisie et aux États-Unis. Le nombre et le tonnage des bateaux en service, le chiffre total du trafic, sinon la nature des marchandises, sont impossibles à évaluer, attendu que ce mouvement échappe presque en entier aux douanes impériales, comme, d'ailleurs, la grande partie du



Fig. 6. — Carte politique de la Chine.

pour quiconque examine les conditions de son commerce extérieur avant les derniers événements. L'ouverture des ports, commencée en 1841-1847¹, l'organisation, en 1875, du Ministère des Affaires étrangères (Tsung-Li-Yamen), l'établissement de rapports suivis avec les pays européens par les légations et résidences, sont loin d'avoir donné les résultats espérés. Les Chinois ont gardé presque entière leur indépendance commerciale et, fait

commerce par terre avec l'Empire Russe, l'Inde, la Birmanie et le Tonkin. Les relations avec l'étranger qui ne s'opèrent pas par bateaux chinois et que révèlent les statistiques douanières², sont mesquines en regard (fig. 7). Les exportations (soie, thé, sucre, etc.) n'atteignent, en 1891, que 360 millions de francs, dont les deux tiers étaient constitués par la vente des soies, et les importations étaient de 860 millions environ³. Le tableau

¹ Il y a aujourd'hui 16 ports ouverts, plus 7 villes sur le Yang-Tsé-Kiang et 4 aux frontières du Tonkin. Dans beaucoup de ces entrepôts, les Chinois laissent les marchandises européennes s'entériser, ou bien ils multiplient les obstacles, péjorés si nombreux, à la circulation intérieure.

² Imperial maritime customs, statistical series, Shanghai, 1893, in-16.

³ Ordre d'importance des ports : Chang-Haï (moitié des échanges, soie), Cho-Lung (thé), Canton (sucre), Amoy, Tien-Tsin, Swatow, Fou-Tchéou, Han-Kéou.

suivant indique, en millions de francs, la part des puissances dans ces chiffres :

	EXPORTATION	IMPORTATION
Grande Bretagne et Hong-Kong.	270	370
Japon	47	70
Inde	8	96 (cotonnades)
Etats-Unis	47	50
Allemagne	36	60
France	80 (soie)	3
Russie	71 dont 60 par la Sibirie.	9

La Grande-Bretagne détient encore le premier rang pour le nombre des bateaux (20.000), mais l'Allemagne, dont le tonnage dans les mers de Chine a quintuplé depuis 1873, arrive désormais second avec 2.600 bateaux, avant le Japon (500), la Suède - Norvège (300), la France (250), les États-Unis (150).

VIII. — LA PÉNÉTRATION DES ÉTRANGERS EN CHINE.

Ardentes sont donc les rivalités pour la conquête non encore opérée du marché chinois, comme pour l'initiation de la Chine à la vie moderne; et il n'est pas sans utilité de mettre en regard les unes des autres les tentatives des puissances étrangères, quoique les résultats de leurs efforts ne puissent encore être même escomptés.

L'Angleterre, la France et la Russie ont accès en Chine par terre, grâce à leurs colonies asiatiques (fig. 6). L'Angleterre est maîtresse des passes qui mènent de l'Inde au Tibet; elle fait avec ce pays, par Gartok et Chigatsé, un trafic plus grand que la Chine¹. Mais c'est surtout par la Birmanie que

marchandises et acheteurs britanniques ont au Sud porte ouverte dans l'Empire : des conventions de janvier et février 1897 ont décidé la prolongation du chemin de fer déjà construit de Mandalé à Blamo, d'une part jusqu'à Ta-Li-Fou (Yun-Nan), de l'autre jusqu'à Kou-Long, située sur la Salouen, à la frontière chinoise; et les travaux sont avancés sur ces deux lignes.

La France, installée au Tonkin, possède dans le Song-Koï, navigable jusqu'à Lao-Kay pour de petits vapeurs, une voie de pénétration dans les provinces chinoises du Sud-Ouest, plus aisée que les

chemins birman, plus courte que le Si-Kiang, par laquelle enfin s'opèrent de tradition presque tout le trafic terrestre de Chine à Indo-Chine et le transit d'une partie de l'Empire vers Hong-Kong. Dès janvier 1897, nous avons reçu l'autorisation de joindre, par un chemin de fer, Lao-Kay à Yun-Nan-Fou, d'où le trajet est court, jus-

qu'au Sé-Tchouen; mais pas un coup de pioche n'a encore été donné, et la France a d'ailleurs été jusqu'à présent si peu chez elle au Tonkin, que les travaux tourneraient probablement d'abord au bénéfice d'autrui². D'autre part, faculté nous a été laissée de continuer la voie ferrée de Phou-Lang-Tuong à Lang-Son (plateaux Nord-Est du Tonkin), au delà de Lang-Tchéou jusqu'à Nan-Ning, puis le long du Si-Kiang jusqu'à Pé-Sé, où s'arrête la navigation. Ainsi nous sont ouverts le Kouang-Si et le Kouéi-Tchéou méridional, à supposer que le commerce du bas Si-Kiang, c'est-à-dire de Hong-



Fig. 7. — Lignes de navigation reliant la Chine aux autres pays.

¹ Nous ne figurons dans les importations au Tonkin commerce à destination du pays ou transit que pour un tiers: en 1892, 8 millions de francs de cotonnades anglaises sont passées par le Song-Koï pour la Chine.

Kong, ne profite pas plus de ces lignes une fois construites que celui du Tonkin. La France dispute donc à la Grande-Bretagne l'accès de quatre des provinces du Sud-Ouest de la Chine.

Dans le Nord, l'œuvre de pénétration russe s'est effectuée sans trouble, et peut déjà être considérée comme définitive. La Russie enserré le Céleste-Empire de ses colonies, des Pamirs à la Corée, et elle a tiré de cette situation tout le parti possible. On peut sans doute négliger les rapports par Kouldja et Kobdo du Turkestan russe avec le Turkestan chinois et la Mongolie, rapports que contrariaient les progrès de la colonisation chinoise en Asie centrale. Mais le Transsibérien, achevé entre l'Oural et Irkoutsk, dans des régions dépeuplées de population, draine déjà le commerce de caravanes à travers la Mongolie, qui aboutit à Maïmatchin. De plus, fait capital, le point d'arrivée d'abord choisi de ce chemin de fer, sur le Pacifique, vient d'être changé, et se trouve être — au lieu de Vladivostok, rattaché par les rails à l'Amour navigable, mais pris par les glaces en hiver — le golfe de Pé-Tchi-Li même. Après avoir obligé, en 1893, le Japon, vainqueur de la Chine, à ne pas annexer la Mandchourie, les Russes obtinrent, en effet, de prolonger le Transsibérien de Stetensk, par Tsitsikar et Ghirin, jusqu'à Moukden, d'où les rails devaient rejoindre Chang-Haï-Kouan et un point du littoral du Liao-Tung. Un traité signé avec la Chine, le 27 mars 1898, vient de décider que ce point sera au voisinage de Port-Arthur et Ta-Lien-Wan, dont l'usufruit appartient à la Russie pour vingt-cinq ans, avec prolongation. D'avance avaient été réunis à Stetensk, le long de l'Amour, et à Vladivostok le matériel pour la construction du chemin de fer mandchou, les troupes destinées à opérer, selon les conventions, ou à appuyer les travaux, enfin les navires de la flotte volontaire et les munitions de guerre. Et ainsi l'Empire des Czars ne s'est pas seulement réservé le rôle d'intermédiaire terrestre entre les pays d'Extrême-Orient et l'Europe, mais paraît encore, quoique s'étant donné en 1893 et étant toujours regardé par les Chinois comme le défenseur de leur intégrité politique, tenir à sa merci la riche Mandchourie avec ses villes de 100.000 habitants.

Bien avant la convention du 27 mars, les projets de la Russie avaient alarmé l'Europe, et, malgré l'impossibilité d'un partage, toutes les puissances viennent de prendre des mesures pour sauvegarder leurs intérêts et faire valoir un jour leurs prétentions à l'intérieur même de la Chine.

L'Angleterre, installée à Hong-Kong (1847), pouvait déjà, grâce à la situation de ce port à l'embouchure du Si-Kiang, servir d'intermédiaire mari-

time entre la Chine et l'Europe, en même temps que faire pénétrer ses marchandises dans l'Empire¹; elle détenait de plus les douanes impériales, organisées par elle, et dont le directeur était un Anglais, sir Robert Hart; elle possédait des installations industrielles sur le Yang-Tsé-Kiang, comptait à son actif le plus grand nombre des maisons étrangères, et sur 10.800 Européens résidents, 4.300 étaient de ses nationaux; elle avait enfin commencé une propagande commerciale des plus actives, par des missions, comme celle qu'a rencontrée M. Brenier, ou simplement par les tournées des membres de la London Missionary Society. Stimulé par l'opinion publique, le Foreign-Office vient d'obtenir, au mois d'avril 1898, l'usufruit de Wei-Haï-Wei (Chan-Toung), que le Japon occupait, en garantie, en face de Port-Arthur, et aussi la promesse que le directeur des douanes sera toujours Anglais et que la région du Yang-Tsé-Kiang ne sera jamais cédée à une autre puissance².

Bien que les échanges de la France avec le Céleste-Empire eussent diminué depuis l'occupation du Tonkin, qui produit les mêmes denrées, nous ne pouvions nous désintéresser de ces événements. Une concession ancienne à Chang-Haï, l'autorisation (27 juillet 1897) d'un syndicat franco-belge pour la construction du transchinois, de Pékin à Han-Kéou, nous assuraient une bonne situation dans la Chine centrale. Dans le Sud, les itinéraires de nos voyageurs, la présence de nos résidents, nous avaient acquis des droits, et l'article 3 du traité de 1896 avait réservé à nos ingénieurs l'exploitation des mines du Kouang-Toung, du Kouang-Si et du Yun-Nan³. La France a demandé et obtenu, en avril 1898, outre la confirmation des avantages déjà acquis, la cession à bail de Kouang-Tchéou-Wang (en face d'Haï-Nan), l'inaliénabilité du Yun-Nan, du Kouang-Si et du Kouang-Toung, l'autorisation d'organiser les postes chinoises. Ce sont même ces avantages qui ont décidé la Grande-Bretagne à agir; ils viennent d'être complétés (juin 1898) par la concession d'un chemin de fer de Pakkoï à Nan-Ning.

Mais nul peuple n'a mis plus de promptitude à se pourvoir que l'Allemagne, inconnue en Chine en 1870, et qui y possède aujourd'hui plus de maisons et autant de nationaux établis (850) que la France. En décembre 1897, les Allemands ont obtenu la

¹ Hong-Kong a 215.000 habitants et fait un commerce de 15 millions de tonnes par an. Pakkoï et Swatow peuvent être aussi considérés comme ports anglais.

² Un syndicat anglo-italien a reçu, en outre, l'autorisation d'exploiter les mines du Chen-Si.

³ Mentionnons aussi à notre actif les admirables efforts des missionnaires catholiques, Français pour la plupart (Missions étrangères et Lazaristes surtout), qui datent de la fin du xvi^e siècle. Il y a en Chine 1 million de catholiques. Voir Cordier, *R. des D. M.* (déc. 1886).

cession à bail de Kiao-Tchaou (Chan-Toung), avec le droit d'y élever des constructions et d'administrer souverainement une « sphère d'intérêt » de 50 kilomètres en arrière. Cette concession, dont l'importance n'échappa à personne, fut précisément le fait qui détermina la Russie à précipiter l'exécution de ces plans, et ouvrit ainsi la rivalité actuelle. L'occupation de Kiao-Tchaou n'est, en effet, ainsi qu'on l'a très bien établi¹, qu'un épisode de cette colonisation allemande qui vise le trafic universel (Welthandelspolitik), et dans ce but « confisque sans violence l'activité économique des pays étrangers ». Les Germains vont faire de Kiao-Tchaou mieux qu'une « place au soleil », mieux même que le sérieux point d'appui stratégique et commercial rendu nécessaire par leur situation en Extrême-Orient : c'est le quartier général d'où ils partiront à la conquête du marché chinois, avec leur ténacité et leur méthode habituelles, sous prétexte d'initiation pacifique. Ils escomptent déjà la mise en valeur de l'« hinterland » de ce port, à la fois dans l'intérêt de leur nouvel établissement, de leur commerce dans le Pacifique, et de l'industrie allemande en général. La place était étudiée et marquée d'avance, les ressources « Exportfähigkeit » cataloguées par leurs savants, depuis la houille jusqu'aux tresses de paille, les facilités de liaison avec la riche contrée deltaïque qui entoure le Chan-Toung, et le futur transchinois, prévues en détail².

Le Portugal, établi à Macao depuis 1557, ne compte presque plus en Chine. Mais deux puissances étrangères à l'Europe se trouvent mêlées aux événements des dernières années. Le Japon, maître de la pêche et du commerce de la Corée, depuis que les ports de ce pays lui furent ouverts (1876), a obtenu la concession d'un chemin de fer de Fusan à Séoul (1896) et organisé avec la Russie les finances et l'armée coréennes. D'autre part, leurs vieilles relations avec la Chine, leurs missions et installations à l'intérieur de l'Empire, le prestige acquis par eux dans tout l'Orient à la suite de leurs progrès militaires et industriels, et des victoires qui ont amené la destruction de la flotte et de l'armée chinoises, enfin, leur établissement à Formose et la créance de guerre qu'ils ont endossée sur les Célèstes (traité de Simonosaki, 1895), sont de sérieux atouts dans les mains des Japonais. Ajoutons que les Etats-Unis d'Amérique avaient obtenu la concession d'une voie ferrée de Chang-Haï à Sou-Tchéou et Nan-Kin, quand ils viennent d'être détournés par la guerre espagnole.

Il est possible que tous ces efforts n'aboutissent qu'à de minces résultats et que les Chinois, loin de laisser accaparer par autrui leur activité économique, ne soient, suivant un mot de Li-Hung-Tchang lors de sa tournée en Europe, les premiers à profiter de leur initiation. Mais une autre inconnue du problème, plus facile à dégager, réside dans les relations actuelles et à venir des compétiteurs entre eux ; et ces relations paraissent se résumer dans l'isolement de plus en plus net de l'Angleterre en face de la Russie, bien vue de la Chine, et dont l'entente devient manifeste, non seulement avec la France, mais avec l'Allemagne et le Japon. Les Anglais ont pour adversaires économiques naturels dans le monde, les Allemands, en Asie, les Français, les Russes et les Japonais ; et ils se sont mis en très mauvaise posture vis-à-vis de la Chine par leur duplicité pendant les dernières hostilités. Dès lors, le groupement a été facile et les signes évidents vont s'en multipliant : la Russie a notamment fait admettre l'Allemagne dans la question de garantie de l'indemnité de guerre, et n'a pas peu contribué à l'éclat de la réception actuelle du prince Henri de Prusse à Pékin ; une convention vient, d'autre part, d'être signée (mai 1898) entre elle et le Japon, stipulant pour la Corée une indépendance absolue, avec intervention commune en cas de besoin. Cette ligue groupée par l'ours russe alarme fort la balaine britannique, et les Anglais dissimulent leurs inquiétudes, selon l'heure et la personne, par des redondances ou des protestations d'amitié, dont les récents discours parlementaires d'outre-Manche offrent le curieux assemblage. Le fond de leur rancune est qu'ils sentent la suprématie maritime en Extrême-Orient leur échapper, au profit, semble-t-il, de cette nouvelle Hanse teutonique qui doit, selon Guillaume II, ménager à l'Empire allemand l'indispensable « Seegewalt ». D'après une récente étude sur les progrès de l'Allemagne³, une *Deutsche Orient-Gesellschaft* vient d'être fondée, les services de la Compagnie Hambourg-Américaine pour le Pacifique occidental doublés, une banque allemande au Japon et un journal allemand d'Extrême-Orient projetés. De là, sans doute, les tentatives de la Grande-Bretagne pour une alliance avec les Etats-Unis, dont les succès dans la guerre hispano-américaine, aux Philippines et ailleurs, sont escomptés par elle avant l'heure².

J. Machat,

Agrégé d'Histoire et de Géographie.

¹ G. BLONDEL : *L'essor industriel et commercial du peuple allemand*. Paris, 1898, in-12, pp. 190-191.

² Voici l'indication des principaux ouvrages en français, de quelques ouvrages étrangers et de quelques travaux cartographiques sur l'Empire Chinois.

OUVRAGES EN FRANÇAIS : Bonvalot. De Paris au Tonkin, à travers le Tibet inconnu. Paris, 1892, 8°. — Bouinain. L'e

³ MARCEL DEBOIS : *Questions diplomatiques et coloniales*, 1^{er} janvier 1898.

² VON RICHTHOFFEN, *Die Bucht von Kiao-Tschau : Seine Weltstellung und voransichtliche Bedeutung*. Berlin, 1897, grand in-8°.

L'ORIGINE ET LE MÉCANISME

DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE SENSATIONS LUMINEUSES

Depuis vingt ans, les idées sur la vision se sont considérablement modifiées. Je n'en veux pour preuve que les deux articles récents, où MM. Weiss et Parinaud ont successivement exposé aux lecteurs de cette *Revue*¹, avec des développements analogues, les tendances actuellement les plus répandues parmi les savants voués à ces études.

Ces tendances, je les trouve un peu trop théoriques et simplistes. On sacrifie tout au désir de faire cadrer les faits avec cette idée, assurément séduisante, exprimée pour la première fois, je crois, par M. Parinaud, de la diversité fonctionnelle absolue des cônes et des bâtonnets. Pour être logique, on a dû attribuer au pourpre rétinien un rôle important, et, par un singulier retour de fortune, cette substance est passée subitement du

dernier plan au premier, alors qu'en 1878 j'étais le seul à faire ressortir son intervention probable dans la vision¹.

Quelles que soient la valeur de ces idées et la complexité de pareilles études, où les essais de théorie sont souvent illusoire en présence de l'imprévu et de la difficulté d'analyse des faits, l'importance de ce mouvement n'est pas niable; en revanche, son origine est souvent méconnue, et, en France aussi bien qu'à l'étranger, le nom de ses promoteurs est tantôt à peine cité, tantôt simplement passé sous silence. J'ai cru opportun de réagir, en ce qui me concerne, contre cet état de choses, et, en répondant à un désir très flatteur exprimé plusieurs fois par le Directeur de cette *Revue*, je me propose d'indiquer ici très brièvement l'enchaînement des faits principaux que j'ai pu mettre au jour, et les idées directrices qui m'ont guidé et me guident encore actuellement. Je ne puis donner, dans un article forcément limité, qu'une sorte de programme rétrospectif, dans lequel même plusieurs points seront complètement laissés de côté; mais je pourrai, si l'attention de mes lecteurs ne se lasse pas, revenir plus ou moins prochainement sur certaines parties de ce programme et les exposer avec quelques détails.

En tout cas, quel que soit le sort réservé aux idées plus ou moins provisoires qui m'ont paru le mieux grouper les faits dont j'ai été témoin, et quelle que soit la forme plus ou moins impersonnelle sous laquelle elles doivent prendre rang dans la science, je serai heureux si elles ont pu contribuer, comme je le pense, à accroître le nombre et la valeur des notions positives qui resteront dans une science aussi complexe que celle des sensations visuelles.

1

La théorie de Young, émise au commencement du siècle, reprise et développée par Helmholtz en 1852, est restée pendant de longues années le fil conducteur unique des physiiciens et des physiologistes dans l'étude de ces difficiles questions. Cette théorie expliquait d'une façon satisfaisante le mélange des couleurs (quoique, à vrai dire, les règles suivies par Maxwell pour dresser les tables de couleurs soient

Hanoi à Pékin, Paris, 1892, 8°. — *Brenier*. Rapport général sur les travaux de la mission lyonnaise en Chine, Lyon, 1897, 4°. — *Colquhoun*. Autour du Tonkin, de Canton à Mandalay (trad. fr.), Paris, 1881, 2 v. 18°. — *David* (Arnand). Journal de mon troisième voyage dans l'Empire Chinois, Paris, 1875, 2 v. 8°. — *Desgodins*. Missions du Tibet, 2^e édit., Paris, 1885, 8°. — *Dupuis*. Le Yun-Nan, Paris, 1877, 8°. — *Dutreuil de Rhins*. L'Asie Centrale, le Tibet et régions limitrophes (avec atlas, Paris, 1889, 4°. — *Garnier* (Francis). De Paris au Tibet, Paris, 1882, 8°. — *Grenard*. Voyage en Asie centrale avec Dutreuil de Rhins, Paris, 1897, 4°. — *Iluc*. L'Empire Chinois, 5^e édit., Paris, 1879, 2 v. 18°. — *D'Orléans*. Autour du Tonkin, *Revue de Paris*, 1896. — *Pauthier*. Voyages de Marco-Polo, Paris, 1865, 2 v. 8°. — *Prjévalsky*. Voyages en Mongolie, au pays des Tangoutes et au Tibet (trad. fr.), Paris, 1880, 8°. — *Tcheng-Ki-Tong*. Mon pays, la Chine d'aujourd'hui, Paris, 1892, 8°.

OUVRAGES ÉTRANGERS : *Gill*. The river of the Golden Sand, Londres, 1880, 8°. — *De Loezy*. Description des conditions physiques de la Chine et de ses peuples (en hongrois), Budapest, 1886, 4°. — *Matousowsky*. Aperçu géographique de l'Empire Chinois (en russe), Saint-Petersbourg, 1888, 8°. — *Potanine*. La marche Tangouto-Thibétaine (en russe), Saint-Petersbourg, 1893, 2 v. 4°. — *Von Richthofen*. China, Berlin, 1877-85, 3 v. 4°. — *Smith* (A.). Chinese characteristics, Londres, 1895, 8°. — *Széchenyi* (Bela.). Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise in Ost-Asien, t. I, Vienne 1893, 4° (avec atlas). — *Williams* (S.-W.). The Middle Kingdom, dern. édit., Londres, 1883, 2 v. 8°. — *Younghusband*. De Pékin à Cachemire, *Proceed. of L. R. G. Soc.*, 1888. — Les résultats de ces travaux, et ceux fournis par Bell, Carey, les frères Grun-Grjunaïlo, Krichoa, Ney (Elias), Obroutchef, Pestof successeur de Prjévalsky à la tête de l'expédition thibétaine, Sven-Hedin, ont été résumés dans le Dictionnaire de Vivien-Saint-Martin, notamment aux mots « Tian-Chan, Tibet » et « Chine » Suppl.).

CARTES : *Richthofen*. Atlas von China, 1:750,000, en publication. — *Bretschneider*. Map of China, 1:600,000, Saint-Petersbourg, 1895.

Rapports, d'ailleurs, qu'il existe une excellente bibliographie sur la Chine: *Cordier*. Dictionnaire bibliographique des ouvrages sur la Chine, Paris, 1885, 8°; les fascicules I, II, III du Suppl. ont paru, Paris, 1893-95, gr. 8°.

¹ *Rev. gen. des Sciences* : G. WEISS : La théorie chimique de la vision d'après les découvertes les plus récentes, 30 mars 1895; H. PARINAUD : Les fonctions de la rétine, 15 avril 1898.

¹ Sur la distinction entre les sensations lumineuses et les sensations chromatiques, C. R. Acad. des Sciences, 20 mai 1878. — Sur la production de la sensation lumineuse, *Ibid.*, 27 mai 1878.

indépendantes de toute théorie); elle prétendait, de plus, être la seule à représenter et à sauvegarder le principe classique de l'énergie spécifique des nerfs. Enfin, elle rendait compte assez simplement de certaines formes de daltonisme.

Dans cette théorie, les couleurs simples agiraient sur trois espèces distinctes de fibres nerveuses distribuées dans la rétine, les unes surtout sensibles aux rayons rouges, d'autres aux verts, les troisièmes aux violets. Toutes les autres sensations de couleurs résulteraient de l'excitation variable et simultanée de plusieurs de ces fibres. La sensation de blanc répondrait à l'excitation égale des fibres des trois espèces. C'est là l'essence de la théorie; elle subit successivement de nombreuses modifications de détails pour l'adapter à des faits nouveaux et difficilement explicables.

Cette conception tend évidemment à rapprocher, par l'analogie de leur mécanisme, les sensations visuelles des sensations auditives, lesquelles ont été, du reste, analysées par le même Helmholtz dans une suite de travaux admirables. Dans l'un comme dans l'autre de ces deux sens, le phénomène simple est l'excitation d'une fibre spécifique, qui donne une sensation spécifique. Le mélange plus ou moins harmonique de ces sensations élémentaires donne dans un cas le timbre, dans l'autre cas la couleur.

Mais le parallélisme ne peut se soutenir longtemps : dans l'oreille, le mélange des impressions élémentaires produit les effets les plus divers, et dans la masse sonore il est toujours possible de reconnaître l'existence et la superposition des sons simples; dans l'œil, le mélange des diverses lumières simples (couleurs) tend toujours à produire une sensation unique, le blanc, et toujours aussi cette sensation est différente des sensations élémentaires produites par chacune des lumières simples mises en jeu.

La grosse difficulté de la théorie d'Helmholtz est, en effet, la perception du blanc qu'elle ne peut pas expliquer. Le blanc n'est pas dû à la superposition de plusieurs sensations de couleur, mais à leur neutralisation réciproque, dont elle forme le résidu constant.

Cette difficulté, et d'autres non moins graves, telles que les particularités de la vision indirecte, l'étude plus précise et la découverte de formes plus complexes du daltonisme, justifient les tentatives faites pour remplacer la théorie d'Helmholtz. De ces tentatives, la plus remarquable est celle de Hering (1872-1874).

Hering voit dans le phénomène des couleurs complémentaires le fait fondamental de la théorie de la vision. Il établit trois couples de sensations complémentaires ou antagonistes, liées à la présence de trois espèces de substances photo-chi-

miques distinctes et indépendantes. Les sensations de blanc et de noir sont liées, l'une à la destruction, l'autre à la régénération de la première de ces substances; leur mélange produit les différents degrés du gris; la seconde substance, par deux processus inverses analogues aux précédents, donne les sensations de rouge et de vert; la troisième celles de jaune et de bleu.

Les travaux de Hering, très concluants lorsqu'ils établissent les conditions de la perception du blanc et du noir, celles du contraste simultané, de l'induction lumineuse, etc.... sont déjà plus discutables en ce qui concerne le mélange des couleurs, et ont pour point faible l'assimilation qu'ils tendent à établir entre la notion de couleur et celle de blanc. Ils font du blanc une couleur comme une autre, tandis qu'il y a là en réalité deux notions distinctes, deux ordres de sensations complètement différentes. C'est ce que montrent les expériences contenues dans ma thèse de 1877¹, faite sous l'inspiration de mon maître et ami M. le D^r Landolt.

II

En explorant, à l'aide d'un photoptomètre spécial² et par la méthode du minimum perceptible, la sensibilité des diverses parties de la rétine, j'ai montré que la perception de la lumière incolore (et qui dit incolore dit blanc, avec les différents tons de passage du blanc au noir) est la même sur toute l'étendue de la rétine, sauf au centre, où elle est moindre. La sensation de couleur varie d'une façon bien différente : elle diminue régulièrement du centre à la périphérie, où elle a même paru nulle à certains expérimentateurs. C'est une erreur : toute couleur peut être perçue à la périphérie, à la condition d'être assez intense; fait démontré par les expériences de Landolt en 1874 et que j'ai confirmé plus tard³.)

Il y a mieux : la sensation de blanc, qui, pour Helmholtz, était la sensation la plus complexe, est au contraire la plus simple, la plus facile à produire. Si l'on présente à l'œil une couleur simple quelconque isolée dans le spectre, la première sensation produite, celle qui nécessite le moins de

¹ *De la vision avec les diverses parties de la rétine*, thèse pour le doctorat en médecine, Paris, 1877 (G. Masson). — *Id.*, *Archives de Physiologie*, novembre 1877. — LANDOLT et CHARPENTIER : Les sensations de lumière et de couleur dans la vision directe et dans la vision indirecte, *C. R. Acad. des Sciences*, 18 février 1878.

² *C. R. Société de Biologie*, 17 février 1877. — *Traité d'Ophtalmologie* de Wecker et Landolt, t. I, p. 531. — *L'examen de la vision au point de vue de la médecine générale*, 1 vol., chez Doin, Paris, 1881. — Photoptomètre différentiel, *Archives d'Ophtalmologie*, septembre 1882, mai 1884.

³ LANDOLT : *Annales d'Ophtalmologie*, 1874, t. LXXI, p. 44. — CHARPENTIER : *Archives d'Ophtalmologie*, janvier 1883.

lumière pour exciter la rétine, est une sensation purement incolore. Pour produire la notion de couleur, il faut exciter plus fortement la rétine, lui présenter une lumière plus intense.

Il y a donc deux réponses de la rétine, réponse lumineuse simple, réponse chromatique. Or, la première réponse, avec les lumières simples comme avec les lumières complexes, est uniforme sur toute l'étendue du champ visuel, sauf au centre: c'est une fonction diffuse de la rétine. La seconde est une fonction plus spécialisée dans la vision centrale, quoiqu'elle ne manque absolument nulle part: elle diminue rapidement du centre à la périphérie.

De là la distinction de deux fonctions élémentaires dans la rétine, l'une plus simple et constante, la fonction lumineuse; l'autre plus différenciée et plus localisée, la fonction chromatique.

Ces deux fonctions peuvent varier indépendamment l'une de l'autre, non seulement par le fait de leur localisation différente, mais encore par suite de l'influence différente qu'exercent sur elles certaines conditions physiologiques. Ainsi, j'ai montré en 1878 que l'adaptation de l'œil à l'obscurité exalte la sensibilité lumineuse et agit à peine sur la sensibilité chromatique¹. D'où ce fait, inexplicable dans la théorie d'Helmholtz, qu'une couleur simple, vue par un œil reposé dans l'obscurité, est perçue mélangée de blanc². Si l'on en rapproche cet autre fait qu'une couleur pure, vue saturée au centre, paraît de plus en plus blanchâtre (et finalement tout à fait blanche ou grise) à mesure qu'on la regarde plus indirectement, on voit avec quelle facilité le blanc se produit pour une excitation physiquement simple³.

La sensation de blanc est donc autre chose que le résultat de l'excitation égale des trois fibres d'Helmholtz ou des trois « substances visuelles » par lesquelles on a tenté de les remplacer. C'est la réponse la plus simple de l'appareil visuel. Quant à la couleur, c'est une réaction visuelle plus complexe⁴.

III

Cette première série de faits, que j'avais complètement établis en 1878, est fondamentale et forme la base de mes recherches ultérieures. M. Parinaud, qui a commencé à étudier cette question en 1881, a retrouvé des faits analogues, sauf sur deux points où il a contesté mes conclusions: 1^o la couleur rouge ne donnerait pas lieu, même dans la vision indirecte, à la sensation incolore primitive; 2^o dans la tache jaune, toutes les couleurs seraient vues d'emblée colorées.

Sur le premier point, j'ai repris et varié nombre de fois mes expériences en prenant toutes les précautions suivies par M. Parinaud pour avoir du rouge spectral très pur, et j'ai toujours vu cette couleur, pour un minimum d'intensité, donner une sensation blanche, ou, si l'on veut, incolore, dans la vision excentrique.

Le second point était plus délicat à résoudre, vu l'extrême difficulté de l'exploration de la tache jaune et surtout de la *fovea centralis*. Cette région présente, en effet, dans son point central (là même où la vision distincte est la meilleure) un minimum de sensibilité très net à la fois pour la lumière et pour les couleurs⁵.

Elle donne même lieu, dans certaines conditions que j'ai décrites, à un petit scotome, à une tache sombre presque punctiforme très visible dans le bleu, mais également appréciable dans toutes les régions du spectre⁶. Il en résulte que l'œil, dans l'obscurité et pour de petits points lumineux très faibles, ne s'oriente pas sur le centre de la fovea,

¹ C. R. Acad. des Sciences, 20 mai 1878 (Laboratoire d'ophtalmologie de l'Ecole des Hautes-Etudes).

² C. R. Acad. des Sciences, 27 mai 1878 (Laboratoire d'ophtalmologie de l'Ecole des Hautes-Etudes).

³ Je laisse ici de côté toute la question de l'adaptation, sur laquelle je suis en désaccord formel avec M. Parinaud. Cet auteur restreint le sens du mot *adaptation*, sous lequel Aubert a le premier étudié ce phénomène physiologique qui modifie la sensibilité de la rétine suivant l'intensité de l'éclairage ambiant. La sensibilité est d'autant plus faible que l'éclairage est plus élevé, et il y a là un balancement continu, un mécanisme régulateur qui fonctionne constamment à tous les degrés de l'éclairage. En un mot, la *sensibilité lumineuse est fonction de l'éclairage ambiant*. Telle est la loi qui résulte avec la dernière évidence des expériences d'Aubert, que j'ai reprises et développées plus tard (Soc. de Biologie, 16 mai 1885, 30 mai 1885, 11 juillet 1885, 18 juillet 1885; Archives d'Ophtalmologie, juillet 1886). M. Parinaud restreint ce phénomène à ce que j'appelle obscurité, c'est-à-dire à la seule influence de l'obscurité sur l'œil, qui s'exerce uniquement, selon lui, par la régénération du pourpre rétinien. C'est se montrer, me semble-t-il, trop exclusif, car bien d'autres processus rétinien peuvent intervenir dans l'obscurité, et cette dernière n'est elle-même qu'un des cas particuliers de la grande fonction d'adaptation lumineuse de la rétine. D'autres divergences importantes me séparent encore de M. Parinaud. (Voy. Acad. des Sciences, 8 décembre 1884;

Archives d'Ophtalmologie, mars 1886; l'adaptation et le phénomène de Purkinje, Archives d'Ophtalmologie, mars 1896.) J'admets du reste, comme très plausible, ainsi qu'il l'a indiqué, que le pourpre visuel est le principal agent de la vision crépusculaire, mais je ne crois pas aujourd'hui que la sensibilité lumineuse brute soit liée à la présence exclusive de cette substance, car la sensation incolore primitive se produit même dans l'œil adapté au plein jour, alors que le pourpre a dû être détruit depuis longtemps par la lumière.

⁴ On pourra consulter, sur l'ensemble de ces expériences et sur les suivantes, mon petit ouvrage sur *La Lumière et les Couleurs au point de vue physiologique*, Paris. J.-B. Baillière et fils. 1888. — Voy. encore sur le sujet précédent: Acad. des Sciences, 10 février 1879; le sens de la lumière et le sens des couleurs, Ass. franç., août 1880, et Archives d'Ophtalmologie, novembre 1880.

⁵ Nouvelles recherches analytiques sur les fonctions visuelles. Archives d'Ophtalmologie, juillet 1884.

⁶ Influence de quelques conditions physiologiques en photométrie, Ass. franç., Congrès de Carthage, avril 1896.

mais sur ses bords, et qu'il est presque impossible, en l'absence d'un point de repère, d'explorer cette partie sans s'exposer aux plus graves confusions. J'ai indiqué une méthode pour assurer d'une façon certaine la direction du regard dans l'exploration de la tache jaune, et, grâce aux précautions prises, j'ai pu nettement infirmer les assertions de M. Parinaud (suivi par Kœnig et en partie par von Kries), et m'assurer que toutes les couleurs sont vues primitivement incolores au centre comme ailleurs¹.

Il est vrai de dire que la phase incolore et la phase colorée y sont extrêmement rapprochées l'une de l'autre, et que leur confusion est fort explicable dans les conditions où se sont placés les auteurs précédents. Mais il n'en est pas moins vrai que ces deux phases existent, et que ma conclusion générale reste debout.

IV

Pour revenir, après cette digression, à l'ordre chronologique des faits, j'avais à me demander comment, en partant des phénomènes établis ci-dessus, il était possible de se rendre compte des différentes sensations colorées avec leurs tons variés et tous leurs degrés de saturation.

Après avoir, au début, simplement indiqué l'idée d'un travail corrélatif de la rétine et du cerveau², puis relevé l'importance qu'aurait la détermination précise de la cause de la neutralisation des couples de couleurs complémentaires³, je fus amené à penser que la notion de couleur pouvait être une notion différentielle, consistant dans la perception d'une différence d'excitation de deux appareils distincts.

Cette notion dérivait naturellement de la mise au jour de plusieurs séries distinctes de faits concordants découverts par divers auteurs en 1880 et 1881 : le 27 décembre 1880⁴, je dissociai dans la rétine une nouvelle fonction, indépendante de la sensibilité lumineuse et de la sensibilité chromatique, la sensibilité visuelle, en montrant que la perception d'un groupe de petits points lumineux (dans la vision centrale) passait par deux phases analogues aux deux phases de la perception co-

lorée, l'une de vision diffuse (sensation lumineuse brute), l'autre de vision distincte (sensation visuelle proprement dite), la première exigeant moins de lumière que la seconde et pouvant varier isolément. L'année suivante (1^{er} août 1881)⁵, M. Parinaud, s'appuyant sur l'étude de plusieurs cas d'héméralopie, où la conservation de l'acuité visuelle centrale contrastait avec la chute crépusculaire de la perception indirecte, émettait à son tour l'idée d'une distinction entre les sensations lumineuses diffuses et les sensations lumineuses définies « concourant à la perception des objets » ; de plus, il localisait la première dans les bâtonnets et la deuxième dans les cônes, « lesquels ont la propriété de recevoir les impressions lumineuses géométriquement distinctes et de transmettre au sensorium des différences très exactes d'intensité lumineuse et chromatique... » De leur côté, pendant ces deux années⁶, MM. Macé de Lépinay et Nicati avaient publié leurs belles recherches sur la distribution de la clarté et de l'acuité visuelle dans le spectre, et découvert ce fait capital que l'intensité lumineuse et la visibilité ne variaient pas dans les mêmes proportions d'une couleur à l'autre, la clarté prédominant relativement dans la partie la plus réfrangible du spectre. Je signalais moi-même un fait d'ordre analogue dans une note du 10 janvier 1881⁷, où, dans le cours de certaines expériences, j'avais été frappé de la haute valeur de l'intervalle photochromatique dans le bleu comparativement à celui des autres couleurs. (J'appelle intervalle photochromatique, pour abrégé, le rapport existant dans chaque partie du spectre entre les deux *minimum perceptibles*, le minimum perçu comme couleur et le minimum perçu comme lumière.)

Ces différents faits me conduisirent à étudier plus attentivement les relations existant entre les trois fonctions visuelles élémentaires que j'avais dissociées expérimentalement, la sensibilité lumineuse, la sensibilité chromatique et la sensibilité visuelle. C'est dans une série de notes publiées en 1883 que j'exposai les résultats de ces recherches⁸, d'où il résultait qu'on pouvait accepter une division plus simple en considérant la génération de la couleur comme une fonction liée à l'exercice simultané des deux autres. En effet, l'intervalle photo-visuel (rapport existant pour chaque couleur entre le minimum lumineux et le minimum

¹ La sensibilité lumineuse dans la fovea centralis, *Archives d'Ophthalmologie*, juin 1896.

² Thèse de doctorat, 1877, 6^e conclusion : « Que les sensations de couleurs ont deux termes corrélatifs, l'un qui consiste en une analyse des impressions lumineuses s'opérant probablement dans les couches moyennes de la rétine (?), l'autre qui paraît consister en une élaboration secondaire faite par des parties correspondantes du cerveau, et qui n'atteint dans chacune d'elles son maximum de développement que par une longue éducation. »

³ Le sens de la lumière et le sens des couleurs, 1880, conclusion.

⁴ C. R. Acad. des Sciences.

⁵ C. R. Acad. des Sciences.

⁶ C. R. Acad. des Sciences, 31 mai, 11 octobre, 27 décembre 1880, 13 juin 1881. — *Annales de Chimie et de Physique*, 1881 et 1883.

⁷ C. R. Acad. des Sciences.

⁸ C. R. Acad. des Sciences, 26 mars, 9 et 23 avril 1883. — Nouvelles recherches analytiques sur les fonctions visuelles, *Archives d'Ophthalmologie*, juillet 1884.

nécessaire pour la vision nette) se comporte comme l'intervalle photo-chromatique; tous les deux augmentent progressivement du rouge au bleu, et cela dans les mêmes proportions; le dernier est donc comme le premier, et, abstraction faite de toute idée de couleur, fonction de la réfrangibilité.

Ce fait, rapproché de résultats d'un autre ordre dans le détail desquels je ne puis entrer ici, ce fait que chaque radiation agit d'une fonction différente sur les deux appareils ou éléments rétinien préposés aux deux fonctions visuelles dissociées précédemment, est déjà un caractère spécifique important de chaque couleur simple.

Remarquons à ce propos que je laisse de côté la question de savoir dans quelle sorte d'éléments se localisent les deux fonctions élémentaires que je distingue l'une de l'autre. M. Parinaud, plus affirmatif, et se plaçant à un autre point de vue, affecte les bâtonnets à la vision diffuse, les cônes à la vision nette et à la perception des couleurs (en laissant entrevoir entre eux certains rapports fonctionnels encore indéterminés), et est suivi dans cette voie par plusieurs auteurs contemporains. Mais l'existence du scotome central pour la lumière et les couleurs à l'endroit même du maximum de vision nette, celle de la perception centrale incolore des rayons du spectre, sont des faits incompatibles avec cette hypothèse. Contentons-nous donc pour le moment d'admettre deux processus visuels distincts sans vouloir chercher à les localiser.

V

Nous voici donc en possession d'une première notion pouvant servir à définir la couleur, celle d'une différence d'excitabilité de deux appareils ou éléments rétiens. Toutefois, on est bien vite forcé de reconnaître que cette notion n'est pas suffisante par elle-même pour rendre compte de tous les caractères distinctifs des sensations colorées.

En effet, si l'on explique ainsi la production des différentes espèces de couleurs (différences de ton), comment interprétera-t-on celle des différences de saturation de chaque couleur en particulier? Une radiation donnée excite-t-elle beaucoup plus fortement l'élément lumineux que l'élément chromatique, je suppose : on pourra ainsi la distinguer des autres radiations du spectre, qui agissent relativement moins bien sur l'élément lumineux; mais, comment alors distinguera-t-on une couleur quelconque, peu saturée, de la même couleur très saturée, si ce n'est par un moyen analogue?

En réalité, la différence d'excitabilité des deux éléments rétiens rend d'ailleurs mieux compte des différences de saturation que des différences

de ton; nous en avons une preuve par l'action déjà indiquée du séjour dans l'obscurité, qui porte à peu près exclusivement sur la saturation. Pour expliquer d'une façon satisfaisante les différences de ton, j'ai dû chercher un autre caractère, et c'est dans ce but que, depuis 1885, j'ai étudié l'influence de l'élément *temps*.

Les phénomènes auditifs peuvent s'expliquer, comme l'a fait Helmholtz, par des vibrations produites dans les filets du nerf acoustique, en concordance avec celles des corps sonores. La notion du timbre, les accords, les dissonances, etc., découlent de là. Pourquoi les fibres du nerf optique ne seraient-elles pas, de leur côté, le siège de vibrations analogues? En envisageant il y a treize ans cette hypothèse¹, je ne posais pas une question oiseuse, puisque j'ai pu depuis lors prendre sur le fait ces vibrations rétinien et les mesurer.

Supposons donc qu'une radiation lumineuse agissant sur la rétine par deux processus distincts y suscite deux sortes de vibrations. (Pour fixer les idées, l'un de ces processus pourra être photo-chimique, l'autre mécanique, je suppose, puisque ces deux genres d'action ont été, entre autres, démontrés expérimentalement dans l'œil.)

Il n'est pas impossible que l'une de ces deux séries de vibrations ne débute, par rapport à l'autre, à des *phases variables*, suivant qu'on met en œuvre telle ou telle partie du spectre; qu'en résultera-t-il? des formes diverses de la vibration résultante, formes pouvant caractériser chaque couleur.

Deux couleurs complémentaires seront celles qui débiteront à deux phases exactement opposées, et qui s'entre-détruiront ainsi dans l'une des deux séries vibratoires, la série restante donnant la sensation de blanc.

Quant aux couleurs que l'on mélangera, leurs vibrations rétinien se composeront suivant des phases moyennes, et la vibration résultante caractérisera à la fois une nuance donnée et une saturation donnée, toutes deux faciles à prévoir suivant des principes simples, que j'ai, du reste, indiqués ailleurs².

VI

Cette conception, qui relie la sensation de couleur à la production simultanée de deux séries de vibrations d'intensités relatives variables et de phases relatives variables, n'est pas purement hypothétique. Elle repose sur plusieurs séries de

¹ C. R. Acad. des Sciences, 20 juillet 1885.

² L'inertie rétinienne et la théorie des perceptions visuelles. *Archives d'Ophtalmologie*, mars-avril 1886. — *La lumière et les couleurs*, 1888, p. 282.

faits expérimentaux s'éclairant les uns les autres, et dont elle a pu prévoir une grande partie (ce qui, soit dit en passant, répondra à cette affirmation de M. Parinaud, que je me suis engagé dans une voie fautive; une théorie peut être vraie ou fautive; si elle a servi à mettre au jour de nouveaux faits, si elle a pu jouer pendant un certain temps le rôle de fil conducteur, elle a rempli son but, car il n'est pas une théorie scientifique qui puisse avoir la prétention d'être définitive et absolue). Parmi les faits en question, je citerai les suivants :

1^o J'ai d'abord démontré, en 1879 ¹, que la *mise en branle* de la sensibilité lumineuse exige une certaine quantité de *force perdue*, sous forme de lumière employée à provoquer la sensation (une fois née, la sensation exige moins de lumière pour s'entretenir). Or, cette force perdue, cette inertie de l'appareil de la sensibilité lumineuse *varie suivant les couleurs*; faible pour le rouge, elle augmente avec la réfrangibilité, jusqu'à l'extrémité bleue du spectre ².

2^o J'ai retrouvé plus tard ³ cette force perdue sous forme de *temps perdu* de la perception. Indépendamment du fait connu qu'une excitation brève arrive d'autant plus tôt à la perception qu'elle est plus intense, il y a cet autre fait que j'ai mis en évidence : la perception initiale d'une couleur subit un retard imputable non plus à l'intensité, mais à l'espèce de couleur. Quelle que soit l'intensité, ce retard spécial augmente avec la réfrangibilité de la couleur présentée; c'est le phénomène précédent saisi sous une autre forme. Cela résulte de trois ordres d'expériences :

1^o La persistance apparente d'excitations brèves est plus longue pour la première que pour les suivantes, juste de la quantité précédente, *temps perdu de la couleur*; la différence augmente avec la réfrangibilité ⁴ ;

2^o Des couleurs différentes, présentées en même temps à l'œil, paraissent commencer à des moments différents; toutes choses égales d'ailleurs, les moins réfrangibles se montrent les premières ⁵ ;

3^o Un spectre produit par une excitation instantanée (étincelle électrique, disque rotatif à secteur étroit, etc.) montre ses couleurs se succédant rapidement du rouge au violet ⁶.

Donc, toutes choses égales, les différentes couleurs subissent à leur naissance des retards différents. D'autres expériences plus directes en témoignent : un très petit objet blanc déplacé dans de certaines conditions sur fond absolument noir montre, au lieu de blanc, la succession spectrale des couleurs ¹. Des points blancs se montrent colorés à un éclairage instantané ².

VII

Le second ordre de faits servant de base à la théorie est la production de vibrations dans la rétine.

Ces vibrations, on ne doit pas s'attendre à les trouver du même ordre de fréquence que celles de la lumière. En effet, tout montre que la lumière n'agit pas d'une façon directe, immédiate sur le nerf optique, mais qu'elle provoque une excitation secondaire d'un autre ordre, chimique ou mécanique, qui est seule efficace : l'expérience des phosphènes obtenus soit par choc ou pression, soit par un courant électrique (action probablement électro-chimique), montre que les vibrations de l'éther lumineux ne sont pas nécessaires pour la production de la sensation visuelle; la nécessité d'une réparation nutritive après l'excitation lumineuse, la découverte du pourpre rétinien, celle des mouvements des cônes et des granulations pigmentaires, montrent que l'intermédiaire chimique ou mécanique prévu existe entre la lumière et la fibre nerveuse. Restait à découvrir la vibration rétinienne.

En 1890 et 1891, par mon expérience de la *bande noire*, je montrais l'existence d'oscillations de la sensation lumineuse ³. Je reconnus ensuite que ces oscillations se propageaient sur la rétine avec une certaine vitesse, et je pus mesurer cette vitesse en appliquant la méthode de Döpler-Fizeau à l'étude des cannelures que présentait l'image persistante d'un objet lumineux déplacé uniformément dans certaines conditions ⁴. Je vis encore qu'on pouvait obtenir la perception entoptique du pourpre rétinien en produisant des excitations lumineuses d'un certain rythme déterminé par celui des oscillations en question ⁵.

Plus récemment (1896), je reconnus la généralité de ces oscillations qui se produisent à la naissance

¹ C. R. Acad. des Sciences, 27 janvier 1879.

² C. R. Acad. des Sciences, 8 décembre 1884. — L'inertie rétinienne et la théorie des perceptions visuelles, *Archives d'Ophthalmologie*, mars 1886.

³ Comptes rendus de la Société de Biologie, mars 1887, mars et avril 1888.

⁴ *Ibid.* et Recherches sur la persistance des suppressions rétinienne et sur les excitations lumineuses de courte durée, *Archives d'Ophthalmologie*, 1890.

⁵ Soc. de Biologie, 27 juin 1891. — *Archives de Physiologie*, juillet 1893.

⁶ Soc. de Biologie, 28 mai 1892. — Acad. des Sciences, 13 juin 1892.

¹ C. R. Acad. des Sciences, 13 juin 1892.

² Soc. de Biologie, 18 juillet 1891. — Acad. des Sciences, 3 août 1891.

³ Soc. de Biologie, mai 1890, mai 1891. — Acad. des Sciences, 20 et 27 juillet 1891. — *Archives de Physiologie*, juillet 1892.

⁴ *Ibid.* et *Archives de Physiologie*, octobre 1892.

⁵ Soc. de Biologie, 31 mai 1890. — Acad. des Sciences, 27 juillet 1891.

de toute excitation lumineuse. Je les différenciai d'un autre phénomène accessoire, postérieur à l'expression lumineuse, l'image récurrente étudiée par A. Young, Davis, Shelford Bidwell, etc. Je mesurai leur fréquence à l'aide de quatre méthodes entièrement différentes les unes des autres dans leur principe et concordantes dans leurs résultats (stroboscopie rétinienne, etc.)¹. J'étudiai leur mode de propagation, et je reconnus qu'il était double: par un premier procédé tout spécial, l'oscillation rétinienne se dirige, de part et d'autre du lieu excité, dans le sens du *rayon physiologique*, c'est-à-dire de la ligne qui relie ce lieu à la *fovea centralis*; cette propagation, polarisée en quelque sorte par rapport au point central de la vision, se fait avec une vitesse voisine de 72 millimètres par seconde².

Dans un second mode de propagation (irradiation ondulatoire), les ondes rétiniennes s'irradient dans tous les sens autour du point excité, et avec une vitesse bien moindre et plus facilement mesurable, 4^{mm},7 par seconde environ. Elles donnent alors naissance à des apparences très curieuses dans lesquelles on voit, dans des conditions favorables, se succéder sur la rétine les différentes couleurs, prenant naissance dans l'ordre du spectre à des intervalles différents, et se propageant ondulatoirement dans le même ordre³.

Cette succession de couleurs peut se retrouver d'une autre façon dans les lumières blanchâtres, lorsqu'au lieu de les observer pendant qu'elles sont en mouvement on les produit d'une façon fixe, mais avec des durées très brèves et variables; la combinaison de ce phénomène et de celui de l'irradiation donne naissance à des colorations remarquables des différentes parties d'une flamme et des parties environnantes⁴.

Dans une expérience d'un autre genre et des plus faciles à répéter, les vibrations rétiniennes

s'offrent d'elles-mêmes à l'observation, sous forme de sinuosités régulières que montrent un ensemble de lignes droites brillantes déplacées sur la rétine immobile⁵. La mesure assez délicate de ces sinuosités ramène, pour la longueur d'onde des vibrations rétiniennes, au même chiffre que la méthode de l'irradiation ondulatoire 0^{mm},05; c'est donc le même phénomène reproduit sous une forme directe. Les vibrations rétiniennes ainsi étudiées montrent que les éléments de la rétine oscillent ici transversalement (ce qui n'exclut pas la coexistence possible d'un second mode de vibration). Toutes les méthodes s'accordent pour leur attribuer une fréquence voisine de 36 par seconde. Voilà un premier point acquis; là s'arrêtent, pour le moment, nos connaissances positives.

Je regrette de ne pouvoir faire dans le présent article qu'une sèche et rapide énumération de cette série de recherches, mon but n'étant pas de les décrire en elles-mêmes, mais simplement d'en indiquer l'existence et l'enchaînement, et de montrer en même temps comment l'horizon des idées s'élargit au fur et à mesure de la recherche. Ces expériences soulèvent un coin du voile, mais que de choses restent encore obscures dans ces difficiles questions! Et comment être assez téméraire pour édifier en ce moment des théories d'ensemble? Je crois préférable, pour ma part, de travailler à ajouter aux résultats déjà obtenus de nouveaux faits expérimentaux qui modifieront bien certainement les hypothèses premières, mais qui devront à ces hypothèses mêmes d'avoir été mis au jour.

Dans tous les cas, les faits déjà acquis montrent que la conception vibratoire des sensations lumineuses n'est pas une pure vue de l'esprit: elle repose sur une base vraiment expérimentale; elle forme dès maintenant un point d'appui solide, et sera, je suis fondé à l'espérer, un guide précieux pour de nouvelles recherches non seulement dans le domaine de la vision, mais encore dans l'étude fonctionnelle du système nerveux tout entier.

D^r A. Charpentier,

Professeur de Physique médicale
à la Faculté de Médecine de l'Université de Nancy.

¹ Acad. des Sciences, 13 janvier, 27 janvier, 10 février, 17 février 1896. — *Archives de Physiologie*, juillet 1896.

² C. R. Acad. des Sciences, 3 février 1896. — *Archives de Physiologie*, 1896.

³ C. R. Acad. des Sciences, 17 février 1896. — *Archives de Physiologie*, 1896.

⁴ C. R. Acad. des Sciences, 8 février, 13 février et 22 février 1897.

⁵ C. R. Acad. des Sciences, 2 mars 1896. — *Archives de Physiologie*, loc. cit.

LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES SOURCES THERMALES

Qui ne s'intéresse pas aujourd'hui, plus ou moins personnellement, aux sources thermales? Elles sont visitées chaque année par un nombre croissant de baigneurs et de buveurs; on en parle; on en sait les noms, la situation, souvent les effets thérapeutiques quand il s'agit des plus fameuses. Dès lors, il est une remarque générale, qui n'aura pu manquer de s'imposer à l'esprit de bien des personnes: pourquoi les sources du même genre sont-elles ordinairement groupées ensemble, et surtout pourquoi certaines régions sont-elles étonnamment riches en sources thermales, alors que tant d'autres, au contraire, sont si pauvres? Pourquoi, par exemple, dans la région méditerranéenne, les eaux chaudes se rencontrent-elles presque à chaque pas, tandis qu'il n'en existe, pour ainsi dire, pas une seule en Angleterre, en Scandinavie, dans la Russie septentrionale? Pourquoi, dans des régions qui nous sont moins familières, cette pauvreté hydrothermale dans tout l'est des Etats-Unis, contrastant avec cette richesse de l'ouest? Pourquoi, dans cette immense continent africain, si l'on excepte certaines régions toutes particulières comme l'Algérie et le Maroc, ou l'Abyssinie et la zone des grands lacs, les voyageurs ne mentionnent-ils jamais de sources bouillantes, tandis que ceux qui parcourent le centre de l'Asie où les îles océaniques nous en signalent constamment?

La question n'est pas sans intérêt à tous égards. Outre que la science a toujours plaisir à satisfaire ces louables curiosités, leur objet apparent parût-il même futile, la Géologie générale et l'application très pratique de son enseignement à la recherche des métaux dans le sol, ont leur profit immédiat à tirer d'une semblable étude. Car tout nous montre que les filons métallifères, où nous allons aujourd'hui péniblement chercher le plomb, le zinc, l'argent ou l'or, ont été jadis déposés par la circulation souterraine d'eaux chargées de principes chimiques en dissolution, dans des conditions tout à fait comparables à celles qui caractérisent sous nos yeux les sources thermales. Si nous nous reportons par la pensée à l'une quelconque des périodes géologiques anciennes, où se sont incrustés les filons métallifères, et si nous nous figurons la carte géographique du globe à cette époque, l'une de ces cartes successives dont la reconstitution forme actuellement l'effort le plus original des géologues, les eaux thermales filoniennes devaient y être distribuées suivant une loi d'ensemble, pareille à celle qui les régit actuellement; leur répartition devait obéir à certains principes, qu'il nous est peut-être

permis de déterminer. Si donc nous arrivions à résoudre le problème posé en commençant, nous pourrions, sans doute, établir un synchronisme approximatif entre tels et tels filons métallifères dispersés à la surface de la terre, déterminer l'ordre chronologique de leur succession, constater probablement quelques caractères d'ensemble propres à telle ou telle période et aller jusqu'à en conclure des prévisions rationnelles sur l'avenir des gîtes en un point déterminé, les associations de minéraux à y rencontrer, leurs variations en profondeur, leur richesse ou leur pauvreté.

C'est là un ordre d'études que nous ne faisons aujourd'hui qu'indiquer en passant; nous reviendrons quelque jour sur cette question curieuse du faciès géographique des gîtes métallifères, sur cet air de famille qui caractérise et groupe les gîtes d'une même région en les différenciant de ceux des autres, sur ces aspects si typiques, qui font qu'un mineur expérimenté, conduit, les yeux fermés, dans une mine quelconque de Norvège ou du Canada, ne se croira jamais en Hongrie ou dans les Montagnes Rocheuses, ni réciproquement. Nous avons voulu seulement montrer par cette mention sommaire quelle pouvait être la portée lointaine de notre tentative.

Revenant donc au problème posé en commençant: « Pourquoi, quand il s'agit de sources chaudes, la surabondance d'un côté, la disette de l'autre? », écartons d'abord ces solutions plas ou moins vagues, que chacun croit apercevoir aussitôt et dont on se satisfait trop volontiers.

Les uns nous diront: « Les grandes régions hydrothermales sont les régions montagneuses », oubliant que la vallée de l'Eger en Bohême, la Forêt-Noire ou le Bourbonnais, pays si fameux pour leur richesse en sources thermales, présentent une altitude singulièrement inférieure à celle des monts Ourals ou Scandinaves, où elles font défaut et que, sur la côte est d'Espagne ou en Portugal, dans la baie de Naples ou dans l'Archipel grec, il en est d'innombrables au bord même de la mer.

D'autres feront intervenir l'influence du volcanisme, sans remarquer à quel point celui-ci fait défaut, notamment, dans la chaîne des Alpes, où se présentent tant de sources célèbres par leur température et leur débit, comme Aix-les-Bains, Ragatz, Gastein, etc.

On invoquera encore la position septentrionale pour expliquer la pénurie hydrothermale du nord de l'Europe; mais, au voisinage immédiat du cercle polaire, l'Islande et le Kamtchatka sont deux

pays renommés pour leurs sources bouillantes.

Enfin, les dévôts de ces divinités thermales, auxquelles les Romains jetaient déjà, par un hommage symbolique, des pièces de monnaie, diront : « Tout est mystère dans les eaux ; elles sont ici plutôt que là, parce qu'il a plu aux forces profondes et inexplicables qui les produisent de leur donner cette situation » ; les sceptiques, au contraire, protestent : « Tout est réclame en elles ; elles nous semblent plus fameuses dans certains pays, comme les beautés pittoresques passent pour plus abondantes en Suisse qu'en France, parce qu'on a eu plus de talent pour les faire connaître et les achalander. »

Nous allons essayer de montrer rapidement¹ que la distribution géographique des sources thermales est, en réalité, réglée par une loi géologique très générale et, en même temps, fort simple. Ce sera une occasion de plus de faire voir qu'il n'y a rien de miraculeux dans leur formation et qu'on peut, au contraire, l'expliquer, ainsi que leurs propriétés diverses, par le simple jeu des circulations d'eaux souterraines, suivant la nature des terrains qu'elles traversent et les accidents tectoniques avec lesquels elles se trouvent en rapport.

I

Pour aborder rationnellement cette étude, il faut commencer par dégager le terrain et, en quelque sorte, le débroussailler de toute une série de sources minérales, que l'on confond souvent avec les sources thermales et qui peuvent, en effet, présenter, elles aussi, la plus grande valeur thérapeutique, mais qui n'offrent pour nous, en ce moment, aucun intérêt et dont l'énumération ne fait que compliquer, inutilement pour notre sujet, les listes et les cartes hydrothermales : ce sont toutes ces eaux, dont la température ne dépasse pas la moyenne ordinaire de leur point d'émergence, mais qui, s'étant trouvées en contact avec des sels aisément solubles, comme le chlorure de sodium ou le sulfate de chaux, en entraînent des proportions parfois considérables. Il est donc bien entendu que nous envisageons seulement les eaux remarquables par leur thermalité anormale : thermalité attribuée par nous à leur simple circulation profonde, dans des terrains qui vont en s'échauffant à mesure qu'on s'approfondit, suivant des lois reconnues par les sondages, travaux de mines, etc., et dans des conditions où il y a lieu de faire intervenir seulement, à titre exceptionnel, le volcanisme.

Cette restriction une fois bien admise, la loi

essentielle qui régit, selon nous, la distribution géographique des sources thermales, et que nous croyons nouvelle, est la suivante : *Les Sources Thermales sont en relation avec les phénomènes de dislocation les plus récents de l'écorce terrestre (plissements ou effondrements) et localisées dans les zones assez étroites de la Terre, où ces derniers phénomènes se sont fait sentir.*

Cette loi résulte directement, comme nous allons le voir, de l'observation et de l'examen spécial des régions hydrothermales, entrepris en vue d'y rechercher les accidents dynamiques ; mais, une fois qu'on l'a constatée, il est aisé d'en comprendre la cause ; car, pour qu'il y ait circulation profonde d'une grande masse d'eau, il faut qu'il y ait large fracture ouverte, et ces fractures ne sont restées ouvertes que dans les régions récemment disloquées, parce que, partout ailleurs, où elles sont d'âge plus ancien, elles ont été déjà comblées, soit par les éboulis tombés des parois, soit surtout par le passage même des eaux souterraines.

La loi démontrée, on voit de suite les conclusions générales qui peuvent en résulter, ainsi que nous le faisons prévoir tout à l'heure.

En premier lieu, l'existence d'une source thermale en un point montre qu'il s'est produit, en ce point, un accident dynamique récent, qui pouvait se trouver d'ailleurs masqué par quelque circonstance superficielle, et invite, dès lors, le géologue à faire de la région voisine une exploration particulièrement scrupuleuse, pour découvrir les contre-coups que cet accident n'a pu manquer d'avoir sur les terrains encaissants.

En second lieu, si nous revenons aux filons métallifères, leur position dans une zone dont on connaît les systèmes de dislocation peut nous permettre désormais de préciser l'âge de leur incrustation, et, réciproquement, l'âge de la formation filonienne, s'il est connu, apporte un enseignement sur l'âge des mouvements correspondants de la région.

On peut même aller plus loin et chercher quelle est actuellement la situation précise des sources thermales par rapport aux derniers plissements, dont leurs fractures ont été la conséquence, et en déduire, pour chaque période de plissement ancienne, la position corrélatrice des zones favorables aux apparitions de sources thermales, donc aux remplissages de filons métallifères, comme on le fait d'autre part, en Géologie, pour les zones volcaniques.

On constate ainsi que, tandis que les plissements mêmes et leurs fractures de chevauchement sont peu propices aux sources thermales, celles-ci se trouvent volontiers sur les décrochements perpendiculaires aux plis, sur les failles périphériques ou

¹ Les développements, dans lesquels nous ne pouvons entrer ici, trouveront leur place dans un ouvrage à l'impression chez Baudry et C^{ie} : *Les Sources Thermominérales, leur étude, leur recherche et leur captage.*

radiales en rapport avec un effondrement, et enfin (ce qui rentre un peu dans le cas précédent) sur les lignes de craquement produites, dans un massif antérieurement consolidé et jouant le rôle de bntoir, par le choc d'un pli postérieur, venant s'abattre sur lui comme une vague.

On observe encore, par une conséquence des mêmes principes, que les roches éruptives, les volcans et, par suite, les catégories de sources thermales qui se rattachent à eux, ou anciennement les filons métallifères ayant emprunté leurs métaux aux fumerolles dégagées des roches, se trouvent de préférence sur le flanc abrupt des rides terrestres, du côté où se sont réalisés les effondrements.

Au contraire, d'autres sources thermales, produites par un circuit souterrain profond, mais indépendantes de toute venue éruptive et, dès lors, plus faiblement minéralisées, sont, avec une abondance presque égale, sur le bord adouci.

Il est facile de contrôler et de préciser, en même temps, ces idées théoriques, par l'étude de quelques grandes régions hydrothermales et, tout naturellement, nous choisissons d'abord le continent Européen, c'est-à-dire la partie du monde qui nous est le mieux connue, et où nous possédons les données les plus exactes sur ces dispositions tectoniques si essentielles pour notre étude, mais qui, en raison même de toutes les observations antérieures qu'elles nécessitent, sont toujours les dernières abordées et les plus négligées dans les pays neufs.

II

On sait que l'on admet en Europe la formation successive des chaînes de montagne suivantes, de plus en plus méridionales à mesure que le temps s'est écoulé : huronienne (précambrienne), calédonienne (prédevonienne), hercynienne (prépermienne), alpestre (préquaternaire), l'intervalle entre chacun de ces grands mouvements pouvant être caractérisé grossièrement par une modification capitale dans les phénomènes de la vie sur notre planète : développement des Plantes après la chaîne huronienne, des Poissons après la chaîne calédonienne, des Vertébrés après la chaîne hercynienne, de l'Homme après la chaîne alpestre.

Chacun des plissements successifs de ce sol sur lequel nous vivons paraît avoir cheminé du sud au nord jusqu'à la chaîne précédente (située plus au nord), qu'il a redислоquée en s'y écrasant. Les fractures d'origine alpestre, qui nous intéressent spécialement ici, puisque ce sont les plus récentes, portent donc, à la fois, sur la zone alpestre elle-même et sur son avant-pays hercynien, tandis qu'elles n'at-

teignent que très exceptionnellement la masse calédonienne.

Quant à la chaîne que nous qualifions en ce moment d'alpestre, au sens géologique du mot, elle comprend les Pyrénées, les Alpes, avec la suite de montagnes entourant la fosse méditerranéenne (Apennins, Atlas, Cordillère bétique), les Alpes Dinariques de l'autre côté de l'effondrement Adriatique, les Carpathes entourant le bassin de Vienne et, plus loin, la Crimée, le Caucase et l'Himalaya.

Elle est donc formée d'une série de chaînons sinueux, séparés par de brusques dépressions et présentant souvent ce caractère commun que leur bord abrupt est à l'intérieur de la courbure, c'est-à-dire vers le sud dans les Pyrénées, les Alpes et les Carpathes, tandis qu'au nord de la chaîne les pentes sont plus adoucies.

Au nord de la chaîne alpestre, la chaîne dite hercynienne rattache les uns aux autres par un lien théorique ces débris aujourd'hui disjointes d'un grand plissement ancien, qui sont le plateau espagnol ou Meseta, le plateau central français, le plateau bohémien et le plateau russe.

Restes d'une antique chaîne montagnaise disparue et qui, pendant de longues périodes géologiques, a subi l'arasement progressif et le nivellement produits par l'érosion de ses saillies, ils sont aujourd'hui, — comme leurs noms mêmes, que nous venons d'énumérer, le montrent bien, — beaucoup moins en relief et moins accidentés que les chaînons alpestres.

Enfin, cette érosion nivelante, qui a pour résultat de mettre en évidence au premier aspect l'âge d'une chaîne montagnaise, comme les années marquent leur trace sur un visage humain, a atteint un stade encore plus avancé dans les pays septentrionaux, disloqués au début des temps géologiques par les mouvements huroniens et calédoniens et immobilisés, depuis lors, dans leur stabilité.

Nous rappelons là des notions bien connues des géologues, mais qui nous sont nécessaires pour mettre en évidence la loi relative aux sources thermales, que nous avons annoncée plus haut. Car, traduite sous une forme plus géologique et appliquée à l'Europe, elle signifie que, dans les zones influencées par les plissements huroniens et calédoniens, il n'existe pas de sources chaudes, tandis que celles-ci se trouvent, soit dans l'avant-pays hercynien, sur les cassures et les effondrements produits par le choc des vagues alpestres, soit au nord des Alpes, sur les décrochements perpendiculaires aux plis, soit enfin au sud des Alpes, dans ce qu'on peut appeler leur arrière-pays, sur le pourtour des effondrements, souvent marqués, d'autre part, par des manifestations volcaniques.

C'est ce qu'il va nous être aisé de faire voir en parcourant tour à tour les principales régions hydrothermales européennes.

Au nord d'abord, la masse ancienne de notre continent, caractérisée par l'horizontalité du carbonifère et du dévonien, c'est-à-dire par la résistance apportée à tous les mouvements depuis la fin du Silurien, comprend le nord des îles Britanniques, environ jusqu'au canal de Bristol et à la Tamise, la Scandinavie et le plateau russe.

Dans ces vastes régions, il n'est, on peut le dire, pas une seule source thermale vraiment digne de ce nom. La seule grande source chaude d'Angleterre, celle de Bath, près Bristol, qui atteint 47°, est déjà plus au sud dans une zone où l'on connaît l'existence de notables plissements houillers, et où se sont fait sentir, on le sait, les mouvements tertiaires. En Russie, la chaîne même de l'Oural, quoique déjà d'âge hercynien, présente, par sa pauvreté hydrothermale, un contraste frappant avec la chaîne tertiaire du Caucase, dont nous aurons plus tard à dire un mot.

Ajoutons encore qu'en France, où les sources chaudes abondent de tous côtés, il est une seule région déshéritée à cet égard : c'est la Bretagne, pays plissé comme l'Oural à l'époque hercynienne, mais où, comme dans cette chaîne également, on ne trouve pas de trace sensible d'accidents tertiaires.

Cette constatation, purement négative jusqu'ici, va prendre toute sa valeur quand nous observerons, au contraire, la richesse hydrothermale des régions plus méridionales de l'Europe, richesse qui va pour ainsi dire en croissant à mesure qu'on s'approche des plus récentes zones d'effondrement méditerranéennes.

III

Commençons par la chaîne hercynienne et, comme nous le ferons plus tard pour la chaîne alpestre, prenons-la d'abord à son extrémité ouest, en Espagne, pour la suivre, à travers l'Europe, de l'ouest à l'est : les portions de cette chaîne, où nous devons théoriquement nous attendre à trouver des sources thermales, sont celles où se sont produites des cassures, ou des fosses d'effondrement tertiaires ; c'est bien, en effet, ce que l'on peut vérifier.

En Espagne, les grandes régions hydrothermales sont, il est vrai, surtout celles qui ont été plissées pendant la période alpestre, comme les Pyrénées ou la Cordillère bétique ; mais le plateau hercynien de la Meseta porte, lui aussi, la trace de dislocations récentes, qui ont amené des sources chaudes et dont les principales se trouvent sur le

bord de l'effondrement atlantique (de la Corogne à Lisbonne), le long de la faille du Guadalquivir, qui tranche à l'est le plateau ancien, ou sur des failles et des décrochements des terrains cristallophylliens et primaires en relation avec les mouvements tertiaires.

Puis le Plateau Central français est, chacun le sait, particulièrement riche en sources chaudes, où, d'une façon générale, l'acide carbonique prédomine : ce qui s'explique, tout naturellement, par le voisinage des volcans d'Auvergne, placés eux-mêmes sur des lignes de fracture tertiaires.

Il est même peu de régions, où, lorsqu'on examine les phénomènes dans leur ensemble et non sur des cas trop particuliers, l'origine interne et volcanique de l'acide carbonique des eaux saute plus manifestement aux yeux ; car toutes les eaux bicarbonatées françaises sont nettement localisées là dans un triangle éruptif, limité par des lignes de faille, qui contient en même temps la presque totalité des pointements basaltiques de notre pays.

Dans ce Plateau Central, que nous pouvons choisir comme type pour donner quelque développement à notre démonstration, puisque c'est évidemment la région hercynienne dont les sources thermales sont le plus familières à nos lecteurs, on observe l'empreinte très manifeste de deux ordres de phénomènes tout à fait indépendants : d'une part, les plissements carbonifères ; de l'autre, les dislocations tertiaires, et ce sont ces dernières seules qui amènent la présence des sources thermales.

Parmi ces dislocations, les plus caractéristiques sont les bassins d'effondrement, qui ont été remplis par des dépôts lacustres tertiaires. La périphérie de ces bassins est jalonnée par une ceinture presque continue de sources chaudes, pour la plupart carbonatées.

Il nous suffira de citer : sur le bord ouest de la Limagne d'Auvergne, Royat et Châtel-Guyon, les petites sources de Gimaux, Saint-Myon, etc., et, à peu près dans le prolongement, sur le système des failles du Sancerrois, Pougues et Fourchambault ; sur le bord est, au contraire, Châteldon, Vichy, Bourbon-Lancy, Saint-Honoré.

Autour du bassin de Monbrison, on trouve, de même, Saint-Galmier, Montrond, Sail-sous-Couzan ; dans celui de Roanne, Saint-Alban, Renaizon et Sail-les-Bains.

En outre, il existe, dans le massif même, sur des lignes de failles dont l'âge tertiaire est prouvé par d'autres indices, ou sur des réouvertures de filons de quartz ayant suivi des décrochements, des sources thermales telles que le Mont-Dore, la Bourboule Saint-Nectaire, Châteauneuf, Nérès, Bourbon-l'Archambault, etc.

Et enfin, l'effort de refoulement venu de l'est, c'est-à-dire des Alpes, pendant les temps tertiaires, est venu s'écraser le long de cette fracture si rectiligne qui borde le sud-est du plateau central d'Alais vers Privas et Valence, à peu près en concordance avec les plis anciens, et nous trouvons, à l'intersection de cette fracture avec la trainée basaltique du Mézenc, le groupe des eaux carbonatées de Vals.

Si, après avoir ainsi constaté la relation de ces sources avec des cassures récentes, on cherche les causes de leur minéralisation, on voit que les sources de la région volcanique sont carbonatées; celles de la bordure du Morvan (où apparaît le trias salifère, légèrement salines, en même temps que carbonatées; quant à celles du massif granitique, en dehors du triangle éruptif, elles peuvent être considérées chimiquement comme de l'eau chaude à peu près pure.

Les Vosges et la Forêt-Noire prêtent à une observation semblable. On y trouve, en dehors des sources salines froides qui ne nous intéressent pas ici, des sources chaudes très peu minéralisées, comme Luxeuil, Plombières, Bains, Baden-Baden, etc., émergeant de cassures, ou de filons, sur le pourtour des deux massifs cristallins, et des sources carbonatées dans la zone effondrée du Rhin, où se trouvent des massifs volcaniques, comme celui des Kaiserstuhl.

Plus au nord, en relation avec des effondrements connexes, les régions volcaniques du Taunus, du Westerwald, de l'Eifel dégagent, comme l'Auvergne, des torrents d'acide carbonique, qui se retrouvent dans une série de sources thermales, dont Ems est la plus fameuse.

En même temps, les terrains permians salifères minéralisent, sur le bord des effondrements, une série de sources salines chaudes, comme Wiesbaden, Schlangenbad, Weilbach, etc.

Enfin, les sources chaudes les plus septentrionales de la zone hercynienne sont celles de la partie est des Ardennes, en se rapprochant du Rhin : Chaufontaine et Aix-la-Chapelle.

Le cas de la Bohême est au moins aussi caractéristique que celui du Plateau Central. Les sources thermales, qui y sont nombreuses et célèbres, sont presque toutes en relation directe et manifeste avec le bassin d'effondrement tertiaire, qui va d'Eger à Tepliz, et avec les manifestations volcaniques qui l'accompagnent. Un petit nombre seulement sont à une faible distance de cette zone affaissée, sur des filons de quartz, ou des failles, qui constituent des décrochements transversaux aux plis anciens.

En partant de l'ouest, on a d'abord Franzensbad, Luisenquelle, Salzquelle, avec une multitude de

petites sources acidulées froides. Puis vient Carlsbad, importante source carbonatée.

Au delà, l'Eger traverse le grand massif basaltique de Duppau, et il n'est guère de village qui n'ait, dans cette région, sa source acidulée. On entre ensuite dans des terrains tertiaires à dépôts salins d'évaporation et l'on rencontre des sources chlorurées sodiques ou magnésiennes; on retrouve enfin le terrain primitif fracturé et l'on a, de nouveau, des eaux carbonatées chaudes à Bilin et Teplitz.

Sans poursuivre plus loin cette nomenclature, qui aura suffi pour montrer la disposition ordinaire des sources thermales dans la zone hercynienne, nous pouvons maintenant aborder la zone de plissement alpestre, où la répartition et la nature des sources chaudes sont, comme on devait le prévoir, quelque peu différentes.

Tout à l'heure, en effet, nous trouvions les sources sur le bord des zones effondrées, où elles formaient des trainées continues, parfois des couronnes circulaires, ou sur les décrochements perpendiculaires aux plis, et nous avions, surtout dans le premier cas, une grande abondance d'eaux carbonatées.

IV

Maintenant, si nous considérons d'abord le cœur même de la chaîne plissée, les bassins affaissés vont nous faire défaut et, du coup, nous observons également le manque de ces roches volcaniques, qui paraissent localisées dans les régions où les effondrements se sont fait sentir : il en résulte, — ce qui forme le contraste le plus frappant, soit avec l'avant-pays hercynien de la chaîne, soit avec son arrière-pays méditerranéen, — le défaut complet de sources carbonatées.

Cette particularité chimique est, peut-être, ce qui saute le plus clairement aux yeux, quand on fait une étude géographique des sources thermales, comme celle à laquelle nous procédons en ce moment : ni dans les Pyrénées, ni dans les Alpes, en dehors d'une ou deux régions très spéciales, sur lesquelles nous reviendrons, on ne trouve une seule source carbonatée. La minéralisation des eaux les plus chaudes est alors, dans bien des cas, très faible, presque insignifiante; on a toute cette série des sources, dites alpestres ou indifférentes (Wildbäder des Allemands), qui apparaissent à notre analyse comme presque chimiquement pures, ou encore des eaux, très fréquentes dans les Pyrénées, auxquelles des traces presque imperceptibles de sulfate de soude, partiellement réduites en sulfure de sodium au voisinage de la surface, prêtent des vertus très spéciales, — à moins qu'on ne se trouve sur le passage d'une de ces zones gypsosalifères, habituelles

dans le trias alpin et le trias sub-pyrénéen, qui produisent des eaux chargées des sels solubles empruntés à ces terrains.

L'existence de nombreuses sources chaudes chlorurées sodiques, sulfatées calciques, ou, par réduction superficielle, sulfurées calciques, est un des traits bien marquants du régime hydrothermal alpestre.

En outre de cette distinction chimique, la disposition même des sources thermales n'est plus la même dans la zone alpestre que dans la zone hercynienne; les traînées enveloppant les bassins effondrés font défaut et l'on est réduit aux cassures de décrochement, transversales aux plis.

Comme on pouvait s'y attendre pour bien des raisons, l'axe de la chaîne est pauvre en sources chaudes; cela tient, tout d'abord, à ce que ces sources chaudes sont produites par un circuit souterrain, qui ramène, en définitive, les eaux à un niveau inférieur à celui de leur infiltration, en sorte qu'on ne peut trouver, dans les parties les plus hautes, de sources alimentées par une circulation prolongée; cela résulte ensuite de ce que l'axe d'une chaîne plissée en est la partie la plus comprimée, où les cassures béantes ayant une certaine extension en profondeur sont nécessairement les plus rares. Il faut donc s'éloigner à quelque distance de la crête et descendre notablement vers la plaine pour trouver une zone hydrothermale.

Dans les Alpes comme dans les Pyrénées, il se trouve que les sources chaudes sont particulièrement abondantes sur le versant le plus adouci du relief montagneux, qui est, dans les deux cas, le versant français; l'extension plus grande de cette zone adoucie et la disposition orographique de l'ensemble suffisent pour l'expliquer.

Ces indications générales ne seraient pas complètes si nous n'ajoutions pas que ces chaînons alpestres sont, à leur tour, comme les chaînons hercyniens, traversés par des lignes d'effondrement et de fracture, dont les caractères sont cependant différents de ceux des bassins affaissés du Plateau Central ou de la Bohême et dont l'extension surtout est beaucoup plus grande, la portion de l'écorce où ils se sont manifestés présentant une bien moindre stabilité, en même temps que les compartiments non fracturés, restés entre eux, ont un tout autre développement.

Sur le bord de ces lignes de fracture, de ces grands rejets, qui soudain interrompent le développement des plis alpestres, les manifestations volcaniques se sont fait jour et leur corollaire habituel, à savoir les sources carbonatées, reparaissent, en même temps, pour un moment.

Il nous suffira de citer la faille qui limite à l'est les Pyrénées et le continent espagnol et qui se pro-

longe vers les Cévennes par des pointements basaltiques; puis celle qui coupe à l'est les grandes Alpes, du côté de la Styrie et du bassin de Vienne; peut-être un accident semblable à l'est des Balkans, le long de la mer Noire; enfin la dislocation si remarquable des volcans d'Arménie et du Caucase, venant, d'une façon tout à fait anormale, produire des pointements éruptifs au centre de la chaîne caucasique, sur la rencontre d'une des lignes de fracture les plus caractéristiques du globe terrestre.

Sur chacune de ces dislocations, abondent les sources bicarbonatées, qui, dans l'intervalle, pendant des centaines de kilomètres, faisaient absolument défaut, le long des chaînes régulièrement plissées et exemptes de roches éruptives.

Si nous entrons maintenant un peu plus dans le détail, les sources chaudes pyrénéennes, — caractérisées, comme nous le disions plus haut, par la présence du sulfure de sodium, dont la proportion, bien que très sensible à des signes extérieurs, est, d'ailleurs, presque insignifiante, — se trouvent presque toujours, sur le contact de noyaux cristallins et de terrains primaires, au contact anormal de ces deux groupes géologiques, de structure et de constitution toutes différentes.

C'est le cas à Amélie-les-Bains, aux nombreuses sources du Canigou, à Ax, à Bagnères-de-Luchon, etc...

La coupure est, qui se prolonge jusqu'en Andalousie, est marquée par de nombreuses sources carbonatées en Espagne, notamment autour de Barcelone et, en France, par celles du Boulou, Alet, Gabian, Lamalou, Silvanès, etc...

Dans les Alpes, ce sont, nous l'avons déjà remarqué, les sources salines chaudes qui ont surtout attiré l'attention, les sources non salines étant généralement à minéralisation tellement faible qu'il a fallu, pour songer à les exploiter, des circonstances spéciales, notamment un débit d'une intensité tout à fait anormale.

Parmi ces sources salines, nous nous contenterons de citer Uriage, Allevard, Salins-Montiers, Bex, Lavey, Louèche, Heustrich, Baden, Schinznach, Birnenstorf, Ischl, etc...

D'une façon générale et contrairement à l'idée très répandue, d'après laquelle les sources thermales sont localisées dans les hautes régions montagneuses, on peut remarquer que les Alpes présentent une certaine pauvreté hydrothermale, qui fait contraste avec la richesse des Pyrénées et de l'Auvergne; nous en avons déjà donné la raison.

On pourrait prolonger encore cette étude bien au delà des Alpes proprement dites, vers le Caucase et même vers l'Himalaya; mais nous aurions à citer la trop de noms inconnus, dont l'énumération

n'éveillerait aucune idée précise dans l'esprit du lecteur et nous préférons aborder une dernière zone de notre continent européen, la plus méditerranéenne, dont les caractères, en ce qui concerne les sources thermales et les roches volcaniques, comme à bien d'autres égards encore, sont très différents de ce que nous avons vu jusqu'ici.

V

Il s'agit là de ce qu'on peut appeler l'arrière-pays des Alpes, de toute cette bande à larges effondrements, qui constitue notre Méditerranée actuelle, portion de l'écorce terrestre dont l'instabilité apparaît de toutes façons : volcans actifs, tremblements de terre, etc... et sur l'emplacement de laquelle s'élèvera, peut-être, un jour, la prochaine grande chaîne de plissement, qui, dans l'histoire géologique du globe, doit succéder aux Alpes et ouvrir, qui sait, à l'évolution de l'humanité une nouvelle phase.

Cette zone est remarquable par la présence d'une série de trous circulaires, bordés parfois de volcans, qui donnent à sa carte géologique une certaine vague ressemblance avec l'aspect bien connu des cartes lunaires.

On a pu se demander si ces affaissements, en relation nette avec les plissements du même âge, en étaient la cause ou la conséquence. Le surgissement d'une grande masse montagneuse, comme celle des Alpes, a-t-il créé des vides dans l'arrière-pays d'où sont venus en partie les terrains plissés qui l'ont constituée ; ou bien, au contraire, la descente, dans cet arrière-pays, de compartiments entiers de l'écorce effondrée vers le noyau central a-t-elle été la cause première qui a amené ce refoulement et, par suite, ce plissement ?

Toujours est-il que nous entrons là dans des régions récemment disloquées et fragiles, où les matières ignées internes, refoulées par ces voussours surbaissés qui pesaient sur elles, se sont fait jour par mille fissures : c'est la zone du volcanisme actuel, dont les sources thermales doivent, tant à l'échauffement des terrains produit par ces éruptions qu'à l'abondance des manifestations chimiques connexes, une fréquence, une haute température et, en même temps, une intensité de minéralisation toutes spéciales.

C'est aussi, très probablement, la zone qui doit le mieux nous donner l'idée de ce qui a dû se passer pour la constitution des filons métallifères anciens ; car il paraît bien difficile que l'incrustation des métaux lourds en masses notables, tels que nous les rencontrons dans les gîtes utiles de plomb, zinc, cuivre, etc..., se soit produite sans qu'il y ait eu, pour aider la force minéralisatrice des eaux

souterraines, dégagement de fumerolles émanant de roches éruptives.

Dès qu'on approche des volcans actuels, les sources thermales sont, chacun le sait, presque innombrables et l'on peut même considérer l'éruption volcanique proprement dite comme une grande source thermique, puisqu'elle a pour résultat essentiel de jeter dans l'atmosphère des torrents de vapeur d'eau, avec des quantités de sels divers.

Cette abondance est toute naturelle, de quelque manière que l'on explique le volcanisme : d'une part, dans des terrains aussi échauffés que ceux qui avoisinent les volcans, il suffit que des eaux pénètrent à une profondeur presque insignifiante pour produire des sources thermales ; de l'autre, le dégagement de vapeur d'eau, qui se manifeste sur le cratère, ne peut manquer, quelle que soit son origine primitive (que nous croyons, pour notre part, superficielle), d'alimenter par des ramifications latérales, une série de sources, souvent voisines de l'ébullition.

La composition chimique de ces eaux volcaniques est telle qu'on pouvait le prévoir d'après leur mode de formation. Les sources carbonatées y abondent et aussi les sources fortement chargées des sels que l'on rencontre dans l'eau de mer, chlorure de sodium, sulfates de soude et de chaux, sulfures produits par réduction, etc.

On observe, en outre, dans les sources chaudes en relation avec des volcans en activité ou récemment éteints, quelques substances, dont la présence, ou du moins l'abondance, sont inaccoutumées dans les sources thermales des régions simplement plissées : il nous suffira d'indiquer l'arsenic, le bore et peut-être le mercure, dont on a signalé des traces dans certaines sources geysériennes.

Parmi les régions hydrothermales de l'arrière-pays alpestre, nous citerons d'abord, en commençant par l'Italie : le Vicentin, avec les roches éruptives des monts Eugaudiens et de nombreuses sources chaudes, souvent carbonatées ; puis la Toscane, l'Ombrie, les provinces de Rome et de Naples.

Là se trouvent : des sources bicarbonatées, dont quelques-unes, aux environs immédiats de Rome et de Naples, sont célèbres ; des eaux chlorurées sodiques, comme Monte-Catini, Civita-Vecchia, Ischia, Bagnoli, Pouzzoles ; des eaux sulfatées calciques comme Lucques, Asciano, Viterbe ; des sulfonies chargées d'acide borique, à Monte-Rotondo et Larderello, près Volterre, etc.

Toute la Grèce, les îles de la mer Egée et l'Asie Mineure offrent également une richesse hydrothermale, qui n'est, jusqu'ici, peu utilisée qu'à cause de la difficulté d'accès des beaux pays où elle se trouve.

Sur le continent grec, les eaux chlorurées sodiques et sulfatées calciques des Thermopyles sont cependant fameuses, ne fût-ce qu'à cause de leur nom, ainsi que celles du golfe de Lamnia, d'Aidipso en Eubée, de Méthana en Argolide, etc.

Dans les îles de l'Archipel, à Lesbos, à Lemnos, à Chios, à Kos, à Nisiros, à Santorin, à Milo, on rencontre constamment des sources chaudes : surtout sur le rivage, qui constitue une ligne de moindre pression hydrostatique, favorable à leur sortie au jour.

Enfin, sur le continent asiatique, on doit, au moins, mentionner, pour leur importance remarquable et parfois pour le développement pittoresque de leurs dépôts d'incrustation, les eaux de Tuzla en Troade, d'Eskischeir et de Brousse en Bithynie, de Tambouk auprès de l'antique Hiérapolis, etc.

On voit, en résumé, que, pour le continent européen, la règle générale que nous avons posée en commençant se vérifie avec une rigueur presque inattendue et la démonstration serait encore bien plus nette, si nous pouvions entrer dans la description détaillée de toutes ces sources chaudes et faire, pour celles d'entre elles qui semblent au premier abord constituer des exceptions à notre loi, une étude minutieuse et parfois délicate de la disposition tectonique de la région.

V

Dans les autres parties du globe, les phénomènes, bien que parfois un peu plus obscurs en apparence pour nous, à cause de l'ignorance où nous sommes encore sur la constitution réelle d'immenses régions, seulement traversées une fois ou deux par des explorateurs peu géologues, présentent néanmoins, autant qu'on en peut juger, les mêmes caractères. Mais surtout il est une constatation facile à faire parce qu'elle porte sur des aspects si frappants qu'ils ont attiré l'attention des voyageurs les plus inattentifs : c'est la localisation d'un très grand nombre de longues traînées hydrothermales à sources bouillantes et parfois geysériennes sur des lignes de fracture toutes récentes, jalonnées par des rangées de volcans.

La petitesse de l'échelle à laquelle sont généralement tracées les cartes, sur lesquelles nous pouvons essayer de reporter les sources thermales que nous trouvons mentionnées ici ou là, donne même à ce rapprochement un caractère de généralité et de netteté qui disparaîtrait un peu si l'on voulait entrer dans le détail, mais qui n'en résulte pas moins d'un fait très réel : à savoir la connexité entre les volcans actuels et les zones récemment plissées ou disloquées de l'écorce terrestre.

Pour éviter de trop longs développements, nous

nous contenterons de prendre pour exemple le continent africain, qui, par la compacité de sa masse, par son homogénéité relative, par la résistance qu'il a opposée, sur d'énormes étendues, aux derniers mouvements du sol, se prête, avec une simplicité relative, à un pareil examen.

En Afrique, il existe une immense masse, plissée pendant les temps primaires, où les mouvements tertiaires ne paraissent avoir eu aucun contre-coup ; tel est, par exemple, le cas de toute l'Afrique du Sud, sauf dans les régions côtières. Or, bien que les grandes dénivellations du sol n'y fassent pas défaut, les voyageurs n'y ont jamais mentionné aucune source thermale.

Au contraire, d'autres régions africaines se présentent, à cet égard, dans des conditions tout opposées : soit qu'elles aient été plissées pendant le tertiaire, comme l'Atlas et les chaînes connexes, du Maroc à la Tunisie ; soit qu'elles aient subi quelques-uns de ces grands effondrements linéaires, qui, nulle part peut-être, à la surface de la Terre, n'ont pris un tel développement, comme la zone de fracture rectiligne, qui va de la mer Morte au Kilimandjaro en passant par les volcans d'Arabie et d'Abyssinie, comme les bords de l'effondrement Atlantique, ou encore comme ceux des effondrements, qui, à l'est et au sud-est, ont découpé la masse continentale pour livrer passage à la mer des Indes.

Là, les sources thermales sont nombreuses et, si succinctement que les pays aient été décrits, on n'a pas manqué d'en signaler quelques-unes.

Considérons, en premier lieu, la chaîne plissée de l'Atlas, qui, se rattachant par une ligne courbe, d'un côté aux Apennins, de l'autre à la Cordillère bétique, enferme ainsi d'un cercle montagneux, bordé de roches éruptives tertiaires sur son flanc interne, toute la fosse déprimée de la Méditerranée occidentale.

Les sources thermales d'Algérie sont, pour la plupart, assez sensiblement au sud de la traînée éruptive tertiaire qui longe la côte, minéralisées, soit par l'acide carbonique, soit par le chlorure de sodium et le sulfate de chaux, qui abondent dans les terrains traversés ; elles prolongent le groupe des sources tunisiennes (Hammam Kourbès, Hammam Lit, etc.) et se continuent par celles du Maroc, telles que Figuig et Fez.

Entre les frontières de la Tunisie et du Maroc, on pourrait en nommer des centaines ; les plus intéressantes sont celles d'Hammam Meskoutine, à l'est de Constantine, avec leurs cascades pétrifiées, celles qui, aux environs de Blida, suivent la curieuse ceinture éruptive basique de la Mitidja (Hammam Rira, etc.), celles de la région d'Aïn Temouchent à l'ouest d'Oran (Hammam bou Had-

jar et Hammam Sidi Aïl), en relation avec des basses quaternaires, etc.

Sur toute cette zone de l'Atlas, l'âge récent des fractures parcourues par les eaux souterraines n'est pas contestable.

Il en est de même si nous parcourons l'axe d'effondrement, qui va de la mer Morte aux grands lacs d'Afrique et que l'on a proposé d'appeler érythréen.

Les sources chaudes y sont étonnamment multipliées.

En Abyssinie d'abord, c'est, sur la côte, au sud de la baie d'Adulis, le système volcanique de Bourri qui donne naissance à des milliers de filets d'eau à 67°; c'est toutes les sources thermales du château d'Arengo, qu'on a nommé le Versailles des Négus; c'est enfin tout le pays du Choa, où les eaux à l'ébullition sortent du sol de tous côtés.

Puis, dans le bassin du Haut-Nil, au Kilimandjaro, sur les bords du Tanganyika, des phénomènes du même genre se reproduisent; au Tanganyika notamment, on a signalé, comme à la mer Morte, des jets de vapeur au milieu de l'eau, donnant parfois des débris de bitume.

Là donc encore la richesse hydrothermale suit de près une dislocation, que nous savons, d'autre part, être tout à fait récente.

Si nous changeons de continent, les États-Unis se prêteront aisément à une constatation semblable. Des trois régions naturelles qui constituent ce pays : la chaîne plissée des Apalaches à l'est, la dépression du Mississippi au centre et les hauts plateaux des montagnes Rocheuses à l'ouest, les deux premières, qui forment un massif ancien, dont les plissements hercyniens ont à peine rejoué à l'époque tertiaire, sont extrêmement pauvres en sources chaudes, tandis que ces sources se multiplient à l'infini dans l'ouest, où l'on trouve des dislocations tertiaires et des roches connexes.

En Asie, les grandes zones hydrothermales sont l'avant-pays immédiat et l'arrière-pays de l'Himalaya (chaîne de plissement tertiaire), et les zones de fracture également récentes, suivies par les épanchements éruptifs, telles que la région d'Asie Mineure et de Perse, ou les bords de l'océan Pacifique et surtout des chapelets d'îles volcaniques, qui forment, dans cet océan, des traînées si curieusement continues.

Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire de pousser plus loin la démonstration, et nous pensons en avoir assez dit pour bien montrer que la loi de distribution géographique des sources thermales n'a rien de particulièrement mystérieux, mais qu'elle peut, au contraire, s'expliquer par des considérations de Géologie générale, auxquelles, du même coup, elle apporte une confirmation de plus.

VII

On a vu également dans quel sens il peut exister une certaine liaison apparente entre les sources thermales et les phénomènes internes qui produisent le volcanisme. Cette relation n'est autre que celle qui unit le volcanisme lui-même à l'ensemble des phénomènes de dislocation du globe, dont il est une des conséquences. Il ne faudrait pas, croyons-nous, exagérer cette connexité, et la description que nous avons faite de quelques régions hydrothermales européennes suffit à montrer que certaines d'entre elles peuvent être absolument indépendantes de tout phénomène éruptif, du moment qu'il y a eu dislocation profonde du sol, par exemple décrochement transversal aux plis.

Nous avons enfin indiqué incidemment comment la composition chimique des eaux thermales était la simple conséquence naturelle des phénomènes, relativement superficiels, qui leur donnent naissance : avant tout, la dissolution de minéraux compris dans les roches et terrains traversés; accessoirement, l'apport d'acide carbonique et de quelques sels par les fumerolles volcaniques. Cela suffit pour répondre à une des questions que nous nous étions posées en commençant : « Pourquoi les sources d'une même région naturelle présentent-elles généralement une analogie de composition, qui en fait un groupe homogène? » Et cela achève, en même temps, d'arracher les sources thermominérales au domaine du miraculeux, dans lequel on a toujours eu trop de raisons et de trop humaines pour vouloir les ranger, en leur donnant une interprétation rationnelle, comme à tout autre phénomène géologique.

L. De Launay,

Professeur à l'École Nationale des Mines.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Boulanger (A.), *Agrégé de l'Université. — Contribution à l'étude des Equations différentielles linéaires et homogènes intégrables algébriquement. (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris).* — 1 brochure in-8° de 122 pages, Gauthier-Villars et fils, imprimeurs, Paris, 1898.

Malgré la similitude des noms, il ne faudrait pas établir une confusion entre le jeune et éminent mathématicien auquel est due la thèse dont nous voulons ici rendre compte, et son homonyme, auteur d'une brochure sur la quadrature du cercle, dont nous avons eu l'occasion de dire quelques mots dans la *Revue*.

Le sujet de l'intégration algébrique des équations différentielles linéaires est l'un des plus importants et des plus difficiles de l'analyse. M. Boulanger en présente un historique très complet, bien que résumé, ce qui suffirait déjà à donner à son travail un haut intérêt. Ce n'est cependant que la moindre partie de son œuvre. Le but essentiel qu'il poursuit est le suivant :

Etant donnée une équation différentielle linéaire du 3^e ordre (E) et un système complètement intégrable (S) aux dérivées partielles du 2^e ordre à deux variables, dont l'intégrale dépend linéairement de trois constantes arbitraires, il s'agit, les coefficients étant rationnels : 1° de former toutes les équations (E) ou tous les systèmes (S) dont l'intégrale générale est algébrique ; 2° de reconnaître si une équation (E) ou un système (S) a une intégrale générale algébrique.

L'auteur emploie, pour résoudre ces deux problèmes, une méthode indiquée sommairement par M. Painlevé. Cette méthode conduit à la considération de quatre invariants fondamentaux, fonctions rationnelles des deux variables adoptées, et dont la formation exige de très longs calculs. Une fois ces invariants obtenus, les équations (E) ou les systèmes (S) à intégrale générale algébrique, ont leurs coefficients donnés explicitement en fonctions rationnelles de deux fonctions rationnelles arbitraires P et Q et de leurs dérivées, au moyen d'égalités généralisant l'équation de Kummer et dont l'établissement présentait de grandes difficultés.

Inversement, si ces égalités ont une solution rationnelle, l'équation (E) ou le système (S) aura son intégrale générale algébrique ; c'est une condition nécessaire et suffisante. L'auteur parvient à reconnaître l'existence d'une telle solution en limitant le degré. Il résout donc complètement le double problème qu'il s'était posé.

Cette thèse constitue, en résumé, conformément à la promesse du titre, une très importante contribution à la théorie des équations différentielles, et nous fait espérer que le brillant mathématicien à qui nous la devons n'en restera pas là, et apportera dans cette partie de l'analyse mathématique de nouvelles découvertes et de nouveaux progrès.

C.-A. LAISANT,

Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

Mascart (Jean). — *Contribution à l'étude des Planètes télescopiques. (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.)* — 1 brochure in-8° de 112 pages, Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1898.

Ce mémoire comprend deux parties nettement distinctes : tandis que la seconde est purement théorique, la première est une discussion numérique destinée à mettre en évidence les vides ou *lacunes* présentés par l'anneau des petites planètes, et les lois présentées par ces lacunes.

La première partie débute par un intéressant historique des questions relatives aux petites planètes : Képler avait remarqué la lacune présentée par le système solaire entre Mars et Jupiter ; plus tard, la loi de Bode mit cette lacune en telle évidence que quelques astronomes se partagèrent le ciel en vue de la recherche minutieuse de l'astre inconnu. Cette association d'un nouveau genre était à peine constituée, que Piazzi découvrit Cérès sans la chercher (1^{er} janvier 1800). La nouvelle planète parut d'abord être celle qui était signalée depuis si longtemps, car elle se trouve à la distance 2,8 du Soleil indiquée par la loi de Bode.

La découverte de Pallas par Olbers (28 mars 1802) donna lieu à la célèbre hypothèse de cet astronome, qui regardait les deux nouvelles planètes comme des fragments d'une plus grosse, dont on se préoccupa dès lors de chercher de nouveaux débris : ainsi furent découvertes Junon et Vesta (1804 et 1807) ; puis, trente-huit années s'écoulèrent jusqu'à la découverte d'Astrée (8 décembre 1845), la cinquième des petites planètes ; mais à partir de ce moment le nombre de ces astéroïdes s'accrut au delà de tout ce qu'on pouvait concevoir, et atteint aujourd'hui 450.

Si l'on distribue méthodiquement tous ces astéroïdes, on remarque des accumulations de petites planètes pour diverses valeurs de moyens mouvements, vers 613° et 773° par exemple, tandis qu'il n'en est point qui correspondent sensiblement à 500°, 600°, 750°, 900°, 1050°, nombres qui sont au moyen mouvement de Jupiter (300°)

comme les rapports simples $\frac{5}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{5}{2}$, $\frac{7}{2}$.

Ces lacunes, signalées pour la première fois en 1866 par M. Kirkwood, présentent une grande analogie avec celles de l'anneau de Saturne, et ont conduit à penser que deux planètes dont les moyens mouvements sont commensurables, se trouvent, par cela même, dans un état instable qu'elles doivent rapidement abandonner sous l'influence de leurs actions mutuelles.

Au contraire, dès 1812, Gauss pensait que l'action de Jupiter tend à modifier progressivement le mouvement de Pallas, de sorte que finalement les moyens mouvements seraient amenés à avoir le rapport $\frac{7}{18}$. D'autres

travaux tendraient à montrer que les perturbations de Jupiter ont été impuissantes à produire *seules* les lacunes constatées dans la zone des petites planètes.

On voit par là tout l'intérêt que présente l'étude approfondie de la distribution des astéroïdes, comme recherche préliminaire de la cause des lacunes.

M. J. Mascart se trouvait en présence de 400 orbites, définies chacune géométriquement par 5 éléments ; il s'agissait de grouper toutes ces quantités et de les ordonner méthodiquement. Ce travail ingrat ne pouvait conduire à des lois rigoureuses ; mais l'auteur a réussi cependant à mettre en évidence l'action perturbatrice de Jupiter pour des relations d'ordre élevé dans la fonction perturbatrice, cas encore inabordable directement par la théorie.

Ainsi, l'anneau d'astéroïdes est disséqué, en quelque sorte, étudié dans ses moindres détails. Nous ne pouvons insister ici et nous nous bornerons à signaler l'étude comparée des trois éléments qui sont les plus importants pour la théorie : *grand axe, inclination, excentricité* ; puis la comparaison avec les trajectoires cométaires ; enfin l'indication des analogies les plus importantes entre les éléments de diverses petites planètes.

Dans la deuxième partie de la thèse, l'auteur traite

le problème des trois corps dans le cas particulier où les mouvements s'effectuent dans un même plan et en supposant que l'orbite de Jupiter soit circulaire. La méthode employée est celle des approximations successives pour l'équation différentielle du second ordre auquel se ramène le problème, méthode dont M. Callandreau tirait récemment d'importants résultats pour l'équilibre de lacunes particulières; ici, l'approximation est conduite d'une manière différente et en conservant divers paramètres algébriques.

Les formules finales sont formées avec le cube de l'excentricité ($\frac{1}{1000}$ environ) comme approximation exacte; et cette approximation paraît bien suffisante, car un exemple particulier montre qu'en se plaçant dans le cas le plus défavorable, celui où un terme séculaire prépondérant ferait seul sentir son action, il faudrait au moins quarante années pour que cette action fût nettement sensible. L'approximation est donc suffisante, étant donné que la plupart des astéroïdes sont connus depuis peu d'années et que, dans bien des cas, leurs éléments sont encore assez indéterminés.

G. BIGOURDAN,

Astronome à l'Observatoire de Paris.

2^e Sciences physiques

OTTO (M.). — Recherches sur l'Ozone. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. in-4^e de 140 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1898.

L'ozone, qui présente comme agent d'oxydation un certain nombre d'avantages incontestables, n'est pas cependant très employé encore, probablement parce que sa préparation n'est pas suffisamment réglée et donne d'assez mauvais rendements, et aussi parce que son action sur les différents produits organiques n'a fait l'objet que d'un nombre d'études relativement restreint. La thèse de M. Otto constitue une importante contribution à l'étude de cette question.

Elle est divisée en six chapitres : le premier est consacré à l'étude de la préparation de l'ozone et à la description de nouveaux modèles d'ozoneurs construits en vue d'avoir un rendement meilleur que ceux qui ont été obtenus jusqu'ici. En actionnant ses appareils au moyen d'un alternateur spécial, M. Otto a étudié spécialement l'influence du nombre de périodes du courant alternatif sur la quantité d'ozone produite dans des conditions déterminées; il conclut que, toutes choses égales d'ailleurs, le rendement en ozone est proportionnel au nombre de périodes du courant alternatif employé pour actionner l'ozoneur; en remarquant, d'autre part, que la quantité d'ozone produite augmente sensiblement avec la vitesse du courant gazeux, M. Otto a pu réaliser des appareils dans lesquels on obtient 3 kil. 718 d'ozone par cheval et par jour, soit un rendement de 15,04 % du chiffre théorique.

Les dosages d'ozone qui ont servi à obtenir ces chiffres ont été effectués par des méthodes dont la description forme le chapitre III de la thèse, et principalement en absorbant l'ozone au moyen d'une solution titrée d'iode de potassium additionnée d'acide sulfurique. M. Otto indique les conditions dans lesquelles il faut opérer pour se mettre à l'abri des erreurs avec cette méthode expéditive; il faut cependant signaler l'opinion de M. Andreoli, bien connu par ses travaux sur la construction des ozoneurs, qui prétend que ce procédé donne des résultats fortement erronés et que les rendements calculés au moyen de ces résultats sont toujours trop élevés.

Le chapitre IV de la thèse de M. Otto est relatif à la détermination de la densité de l'ozone. Les résultats obtenus concordent avec le chiffre 1,5 donné autrefois par Soret. Le chapitre V décrit des phénomènes de phosphorescence que donnent les matières organiques au contact de l'ozone.

Le chapitre VI, qui est le plus important, est relatif à

l'action de l'ozone sur un certain nombre de composés du carbone, carbures saturés et non saturés appartenant à la série grasse ou à la série aromatique, alcools, glycol, glycérine, phénols et diphenols, phénylamine et paratoluïdine.

Parmi les faits contenus dans ce chapitre, il faut signaler particulièrement la synthèse des aldéhydes et des acides formique et acétique par l'action de l'ozone sur le méthane et sur l'éthylène, et la préparation de la vanilline, du pipéronal et de l'aldéhyde anisique par action de l'ozone sur l'isoeugénol, l'isosafrol et l'estragol. La préparation de la vanilline au moyen de l'ozone s'effectue dans d'assez bonnes conditions pour pouvoir être exploitée industriellement.

Enfin, le dernier chapitre de la thèse de M. Otto contient une bibliographie très étendue des travaux relatifs à l'ozone.

G. CHARPY,
Docteur ès sciences.

3^e Sciences naturelles

Le Dantec (Félix), Docteur ès sciences. — Evolution individuelle et Héredité. Théorie de la variation quantitative. — 1 vol. in-8^e de 308 pages de la Bibliothèque scientifique internationale. (Prix, cartonné : 6 fr.) F. Alcan, éditeur, Paris, 1898.

M. Le Dantec, dans ce livre et dans ceux qui l'ont précédé, propose une théorie complète de la vie, fortement inspirée des idées physico-chimiques de Roux, Hertwig, Delage et Verworn, mais qui se distingue des théories antérieures par une incontestable originalité d'expressions et de méthode.

Il part de la bactériologie charbonneuse et interprète tous les phénomènes de sa vie en s'appuyant sur quatre hypothèses, que je vais indiquer; puis il applique ensuite aux organismes polycellulaires les résultats obtenus, en admettant naturellement que chaque cellule de ces associations se comporte exactement comme une bactérie isolée. Voici les hypothèses fondamentales :

1^o La cellule est composée d'un certain nombre de substances plastiques qui, par leur aggrégation, forment le noyau et le cytoplasme, l'un et l'autre dégagés de l'eau, des réserves, des produits fabriqués, etc...;

2^o Ces substances plastiques sont parfaitement indépendantes les unes des autres, et elles peuvent se trouver dans deux conditions, de par les réactions chimiques auxquelles elles participent :

Condition n^o 1 : la substance assimile et se multiplie en restant semblable à elle-même;

Condition n^o 2 : la substance se détruit plus ou moins vite (ainsi, lorsqu'une bactérie perd sa virulence, M. Le Dantec admet que la substance plastique, qui était la base de cette virulence, disparaît graduellement);

3^o Lorsqu'on transporte une cellule d'un milieu nutritif dans un autre milieu nutritif, différent du premier, il peut se produire une variation apparente due à un simple changement dans l'état d'équilibre, mais qui ne touche pas aux substances plastiques (dimorphisme évolutif des coccidies et de certains champignons); cette variation n'est naturellement pas transmise aux descendants et disparaît lorsqu'ils reviennent au premier milieu nutritif;

Il peut se produire aussi une variation vraie, due à une modification quantitative ou qualitative de certaines substances plastiques placées, par le changement de milieu, en condition n^o 2; cette variation est forcément définitive et transmise aux descendants (par exemple, atténuation de virulence des bactéries, bactérie asporogène). Sous une forme différente, cela c'est du Roux (hôte des molécules dans les cellules);

4^o Dans un milieu habité par un grand nombre de cellules, les conditions forcément hétérogènes du milieu créent des variations quantitatives plus ou moins notables (variations de virulence dans les bactéries d'une

1 Théorie nouvelle de la vie, Paris, 1896. — L'individualité et l'erreur individualiste, Paris, 1898.

même culture); il s'établit ensuite une sélection entre ces cellules; celles qui ont été modifiées de telle façon qu'elles peuvent assimiler plus vite que leurs voisines, supplantent fatalement ces dernières, de sorte que les cellules que l'on trouve en un point déterminé du milieu sont forcément celles qui sont le mieux adaptées à ce point (destruction des bactéries atténuées et persistance des bactéries virulentes injectées ensemble dans un mouton). Cela n'est pas très éloigné non plus des idées de Roux lutte des cellules, sélection organique, différenciation chimique des cellules par excitation).

Ontogénèse. — Ces prémisses une fois acceptées, nous pouvons entrer dans l'étude des êtres polycellulaires. Il sera facile d'expliquer la différenciation histologique qui se produit au cours de l'ontogénèse: l'œuf est un type quantitatif moyen, dans lequel aucune substance plastique ne l'emporte considérablement sur une autre (opinion de Delage); les cellules, nées de sa division, placées à chaque instant dans des milieux différents, présentent des variations quantitatives de leurs substances plastiques; par la sélection des cellules, en chaque point de l'organisme, persistent seulement celles qui sont adéquates aux conditions de ce point. Tout l'organisme est donc déterminé dans l'œuf, de par sa composition chimique et le milieu qui réagit sur lui.

Ce sont, en somme, les idées autotomatrices et autorégulatrices de Roux, Hertwig et Delage, à cela près que M. Le Dantec remplace l'excitation fonctionnelle du premier par des réactions chimiques, et qu'il semble attribuer moins d'importance que Delage aux tactismes et aux conditions extrinsèques.

Cicatrisation et régénération. — Lorsqu'on sectionne un membre, il y a simple cicatrisation de la plaie, lorsque les conditions qui ont déterminé autrefois chez l'embryon la formation de ce membre ne se représentent plus; il y a régénération du membre perdu (triton) lorsque ces conditions sont exactement les mêmes. Les cellules de la plaie sont soumises à des variations quantitatives (puisque leur milieu a changé brusquement) qui, guidées comme autrefois par la sélection adaptative, donnent naissance à des tissus variés et finalement au membre complet. J'aurais autant aimé pas d'explication du tout.

Différences d'espèce, de race, d'individu et de sexe. — La différence entre les espèces est due à ce qu'elles ont des cellules initiales (œufs) qualitativement différentes par la nature chimique d'une au moins de leurs substances plastiques constitutives (opinion de Delage, aux expressions près); plus le voisinage chimique est grand, plus les espèces sont proches parentes. Comme on ne sait pas encore analyser les substances plastiques, on dira que deux espèces sont voisines lorsque, placées dans les mêmes conditions (c'est-à-dire avec des vitellus égaux), elles donnent des développements qui restent longtemps parallèles avant de diverger notablement; on sait, d'ailleurs, que les classifications biologiques reposent précisément sur les divergences plus ou moins rapides qui surviennent au cours du développement. La ressemblance de composition chimique étant parallèle à la parenté, il en résulte que l'embryologie est la répétition de la phylogénie (loi de Serres et Müller).

Si deux cellules initiales de même espèce possèdent, l'une un caractère quantitatif α , l'autre un caractère quantitatif β , qui ne disparaissent ni l'un ni l'autre au cours des variations quantitatives déterminant la différenciation cellulaire, les êtres qui proviendront de ces deux œufs seront différents en quelque chose, qui se transmettra par hérédité; ce quelque chose, c'est le caractère de race, c'est le caractère individuel.

Deux individus de même espèce, de même race, mais de sexe différent, diffèrent probablement l'un de l'autre par le type moléculaire de leurs substances plastiques (comme le type droit et le type gauche de certains produits organiques).

Hérédité. — Quant au chapitre relatif à l'hérédité des caractères acquis et des mutilations, je n'y ai pas com-

pris grand' chose; tout ce que je puis dire, c'est que M. Le Dantec, adoptant les idées non moins obscures de Cope, admet que tous les caractères acquis par l'éducation, usage, désuétude, et la plupart des mutilations, sont héréditaires sous leur forme, réversibles en un mot; la modification somatique, déterminant un nouvel état d'équilibre dans l'être polycellulaire, est supposée atteindre quantitativement dans toutes les cellules, et d'une façon variable suivant la situation topographique du point lésé ou modifié, les substances plastiques qui déterminent le caractère individuel; dans les cellules reproductrices, le même effet se produit, de sorte qu'il y a ainsi formation d'une nouvelle race. Cette race aura une tendance à reproduire le parent modifié somatiquement, avec la même modification au même point, s'il existe un état d'équilibre compatible avec la composition chimique de la nouvelle race (??).

L'atavisme est le retour à un arrangement quantitatif ayant déjà existé chez un ancêtre de l'individu considéré; ce retour est fatal, parce que le nombre d'arrangements quantitatifs d'un nombre fini de substances plastiques est limité.

Télogonie. — M. Le Dantec admet la télogonie ou influence du premier mâle sur les produits subséquents. Pendant la gestation, il se produit à la fois dans la mère et le fœtus, sous leur influence réciproque, une variation quantitative; la mère prend, notamment, un certain nombre de caractères de race du fœtus et, par suite, de son père. Une fois que l'accouchement a eu lieu, cette variation quantitative peut persister plus ou moins longtemps chez la mère, et ses rejetons futurs subiront naturellement, à leur tour, l'influence de cette variation quantitative, et prendront tous quelque chose des caractères de race des pères antérieurs.

Critique. — Si j'ai rappelé, au cours de cette analyse, les théories dont se rapproche celle de M. Le Dantec, ce n'est nullement dans le but de lui dénier son originalité et son intérêt; toute théorie générale est nécessairement fille de celles qui l'ont précédée. Inspirée de celle de Roux, mais plus complète et autrement disposée, inspirée aussi de celle de Delage, mais beaucoup plus détaillée, elle a l'inconvénient de toutes les théories générales: elle perd en solidité ce qu'elle gagne en précision. Il faudrait examiner point par point les hypothèses et les explications proposées, mais je ne puis le faire ici; toutefois, quelques critiques suffiront pour montrer les difficultés que rencontre la théorie lorsqu'on la confronte avec les faits. Si on méromatise le cytoplasme d'un infusoire, on crée sûrement une énorme variation quantitative, puisqu'on a enlevé des substances plastiques sans toucher à d'autres (noyau); cependant, l'animal régénéré (à part les paramécies), paraît semblable à l'infusoire primitif, au lieu d'être différent, comme le voudrait la théorie.

Comment se fait-il que les cas de télogonie et d'hérédité authentique de mutilations, d'éducation, etc., soient si rares qu'on est presque autorisé à n'y voir que des coïncidences et à les nier d'une façon absolue? On devrait en trouver à chaque instant.

L'argument suivant est un peu délicat à suivre, mais il me paraît intéressant: appelons (*abcdefgh*) les substances plastiques d'un œuf fécondé, qui donne naissance à un nouvel organisme; dans cet organisme apparaîtront un jour des cellules sexuelles, spermatoocytes ou ovocytes de premier ordre, qui auront aussi, je suppose, la formule (*abcdefgh*). L'ovocyte rejette deux globules polaires, incontestablement substances plastiques: appelons-les (*gh*). Or, l'œuf, à ce stade, reçoit un spermatozoïde; il redevient une cellule complète qui peut se développer en un organisme semblable aux parents; si a donc reçu du spermatozoïde très exactement les substances (*gh*) qui lui manquaient, et rien que cela (tout ceci est admis par M. Le Dantec, voir *Théorie nouvelle de la vie*). Or, si le spermatozoïde fécondant a la valeur (*gh*), les trois autres spermatozoïdes nés de la division du spermatocyte (*abcdefgh*) sont

forcément différents et, par suite, aucun d'eux n'est capable de féconder l'œuf. Il n'y a donc qu'un spermatozoïde sur quatre qui puisse féconder. Si M. Le Dantec me prouve expérimentalement qu'il en est ainsi, et m'explique l'hérédité des caractères de race dans ce cas, je consens à adopter sa théorie de fond en comble.

Et la parthénogénèse avec rejet d'un globule polaire, et la conjugaison des Infusaires avec rejet de plusieurs globules de rebut? Une théorie générale de la constitution de la matière vivante doit expliquer tout cela.

On voit que je ne suis pas un partisan fanatique de la théorie de M. Le Dantec, mais je conviens très volontiers que si la critique est facile, il n'est pas commode de mettre sur ses pieds une théorie générale aussi ambitieuse que la sienne, et que c'est un effort digne d'être loué. Si je crois que sa théorie ne tardera pas à tomber en condition n° 2, pour employer une de ses expressions, elle aura du moins contribué à affirmer les idées physico-chimiques sur la matière vivante, le déterminisme chimique de l'œuf et de l'espèce, et à préciser le langage biologique en le débarrassant des expressions téléologiques. Et cela n'est pas négligeable.

L. CUÉNOT,

Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Nancy.

4^e Sciences médicales

Lucet (A.), Membre de la Société centrale de Médecine vétérinaire. — *De l'Aspergillus fumigatus chez les Animaux domestiques et dans les Œufs en incubation.* — 1 vol. in-8° de 108 pages avec 14 fig. Ch. Mendel, éditeur. Paris, 1898.

L'aspergillose est aujourd'hui une maladie bien connue dans la plupart de ses manifestations, et les lecteurs de la *Revue* savent que M. le Dr Rénon a publié sur ce sujet une excellente monographie.

Le travail de M. Lucet, d'ailleurs tout à fait original, n'envisage pas comme celle-ci la maladie dans son ensemble; il en étudie des cas particuliers, directement observés, et expose le résultat de recherches expérimentales d'une grande précision.

Après un aperçu historique sur la question des mycoses, l'auteur fait connaître les observations d'aspergillose qu'il a recueillies sur le cheval et sur le bœuf, montrant l'allure toute spéciale que peut revêtir la maladie dans ces espèces animales; puis il rapporte toute une série d'expériences qu'il a entreprises pour déterminer la résistance vitale des spores, les effets de leur inoculation à divers animaux et par différentes voies, enfin l'action de certains agents médicamenteux sur leur évolution dans l'organisme.

La seconde partie du travail, qui est certes la plus originale et la plus intéressante, étudie l'*Aspergillus fumigatus* dans les œufs soumis à l'incubation. Dans des œufs de cane dont l'éclosion s'effectuait d'une façon très irrégulière, M. Lucet avait découvert des taches formées par ce champignon, et sur quelques canetons morts peu de temps après la naissance, il avait constaté les lésions de l'aspergillose. Il s'efforça dès lors de déterminer l'origine de l'infection, et, grâce à des recherches bien conduites, il finit par reconnaître que les œufs sont envahis lorsqu'il existe à la surface de la coque une substance (corps gras, etc.) permettant la germination de la spore. Les filaments du thalle pénètrent alors au travers de la coquille et vont se ramifier dans les milieux de l'œuf. On conçoit ainsi que l'œuf soit gras dont est pourvu le plumage des canards favorise singulièrement l'infection. De ces données, il est facile de déduire la prophylaxie du mal.

Le travail de M. Lucet mérite d'être lu par tous ceux qui s'intéressent à la question du parasitisme. Basé sur l'observation et sur l'expérience, il représente une étude réellement complète; aussi a-t-il obtenu de hautes récompenses dans diverses Sociétés et Académies.

A. RAILLIET,

Professeur à l'École vétérinaire d'Alfort,
Membre de l'Académie de Médecine.

Jakob (B.), Assistant à la Clinique de l'Université d'Erlangen. — *Atlas manuel de Diagnostic clinique.* (Édition française par MM. les Drs A. LÉTIENNE et E. CART.) — 1 vol. in-12 de 378 pages avec 64 figures et 68 planches chromolithographiées. (Prix relié : 14 fr.) J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1898.

Voilà un livre utile, et utile surtout parce qu'il parle aux yeux! Les ouvrages de ce genre comportent un nombre considérable de renseignements sémiologiques, c'est-à-dire de renseignements de choses, de faits précis. Aussi voir ces phénomènes est-il le plus souvent beaucoup plus profitable que de lire leur description, si exacte soit-elle. Une heure de narration ne vaut pas cinq minutes d'examen objectif, quand il s'agit, par exemple, de faire connaître les formes des bactéries, les éléments qui constituent les dépôts urinaires ou hématiques.

Il suffit de parcourir le livre du Dr Jakob pour constater les larges emprunts pratiqués à l'enseignement par la représentation visuelle. Lorsqu'on a considéré attentivement, par exemple, la planche II, il est impossible de ne pas avoir sur les leucocytes et leurs différentes variétés des idées assez nettes; ces divisions en basophiles, éosinophiles, neutrophiles, mononucléaires, polynucléaires, divisions assez ardues, se retiennent dans ces conditions fort aisément. De même, la planche XII, en reproduisant toutes les teintes obtenues par l'action de l'acide chlorhydrique, du suc gastrique sur le papier rouge Congo, à l'aide de la phloroglucine vanilline, du réactif d'Uffelmann, etc., rend manifestes des virages que l'esprit, à la lecture, tend à confondre.

Je ne puis signaler toutes les planches; je mentionne particulièrement celles qui ont trait aux parasites du sang, aux plasmodies, à la microscopie de l'expectoration, aux divers microbes, au contenu gastrique ou intestinal, aux sédiments de l'urine. Les figures réservées aux réactions urinaires (réaction du sucre par une série de procédés, diazoréaction, réaction de la mélanine, du perchlorure de fer dans le diabète; recherches des médicaments, acide salicylique, brome, iode, etc.), méritent des indications spéciales.

Viennent ensuite des dessins consacrés à la topographie des organes internes ou des lésions thoraciques, abdominales. Ces dessins donnent de justes notions sur les localisations tuberculeuses, pleurales, péricardiques, sur les variations de volume du foie, de la rate, sur l'ascite, etc., etc.

C'est cette partie représentative qui, par l'abondance des planches, la fertilité des colorations, forme l'originalité de cet ouvrage et justifie l'adjonction du mot « Atlas » au titre de ce Manuel.

Je dois cependant citer aussi avec éloges les généralités concernant l'examen des malades, leur histoire, leur interrogatoire; je dois encore signaler un certain nombre d'indications techniques relatives aux préparations microscopiques, à l'emploi de différents instruments usuels.

Dans la partie qui traite du diagnostic des maladies des appareils, des viscères, des tissus, on est frappé de l'abondance des renseignements condensés en si peu de lignes. Les affections diathésiques, les infections accompagnent les localisations organiques; la thérapeutique a sa part.

Vraiment l'élève en possession de cet « Atlas manuel » peut en tirer grand profit.

Il serait facile, en dépit de ces incontestables qualités, d'ajouter quelques critiques à ces éloges mérités. Qui trop embrasse mal étreint! pourrais-je répéter: le reproche est vraiment trop aisé. Cependant, le système nerveux est réellement par trop délaissé; des planches pouvaient représenter les principaux centres; des schémas pouvaient indiquer la marche des impressions centripètes, centrifuges, etc.; c'est là une lacune à combler.

Dr A. CHARRIN,

Professeur suppléant au Collège de France.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Juin 1898.

M. Laussedat invite les membres de l'Académie à assister au Centenaire de la fondation du Conservatoire national des Arts et Métiers, qui aura lieu le 24 juin.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Giacobini annonce qu'il a découvert une nouvelle comète le 18 juin à l'Observatoire de Nice. — M. G. Fayet a calculé, au moyen de ses observations, les éléments provisoires de la comète Perrine (1898, juin 14). — M. F. Rossard communique ses observations de la comète Coddington, de la comète Perrine (14 juin 1898) et de la comète Giacobini, faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Toulouse. — M. G. Bigourdan présente des observations des nouvelles comètes Coddington et Giacobini, faites à l'équatorial de la tour de l'Ouest de l'Observatoire de Paris. — MM. G. Bigourdan et G. Fayet communiquent leurs observations de la nouvelle comète Perrine, faites à l'équatorial de la tour de l'Ouest de l'Observatoire de Paris. — M. L. Picart envoie ses observations de la comète Coddington, faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. J. André démontre, par des considérations cinématiques, l'existence du groupe d'équivalence qui engendre les propriétés métriques dans les trois géométries d'Euclide, de Riemann et de Lobatchevsky. — M. L. Lecornu étudie les conditions de stabilité de l'équilibre d'un point matériel sollicité par des forces sans potentiel; il montre que l'introduction de liaisons peut compromettre la stabilité, même quand les forces de liaison ne sont pas des fonctions de point. — M. Maillet décrit un appareil dit *anémotrope*, semblable à un moulin à vent horizontal, mais dont chaque palette motrice est mobile autour d'un axe horizontal et reprend périodiquement la position verticale sans choc.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Violle indique les résultats fournis par son actinomètre-enregistreur, placé sur un grand ballon-sonde qui a fait l'ascension du 8 juin dernier. Le ballon a plané horizontalement à une grande hauteur pendant plus d'une heure; la boule noire s'est maintenue à une température constante de -12° . — M. L. Cailletet décrit les résultats obtenus par ses appareils dans l'ascension du 8 juin. L'appareil photographique automatique a bien marché; la couche de nuages a empêché la photographie du sol; celle du baromètre a indiqué les hauteurs. L'appareil de prise d'air et un tube à fixer les microorganismes, placés sur le ballon monté, ont bien fonctionné. — M. Maurice Hamy a appliqué les franges d'interférence à grandes différences de marche à l'étude des micromètres; il a reconnu que, pour obtenir des résultats exacts dans l'emploi des micromètres, il faut tourner le tambour divisé non pas à la main, mais par l'intermédiaire d'une pièce transformant en un couple l'action exercée par l'observateur. — MM. A. Pérot et Ch. Fabry décrivent une méthode pour la mesure optique, en longueurs d'onde, sans aucun pointé au microscope, d'épaisseurs pouvant atteindre plusieurs décimètres et comprises entre deux lames parallèles. On place le corps entre les deux lames de verre argenté d'un spectroscopie interférentiel, on mesure la distance entre les deux lames de verre et entre les lames et les surfaces du corps et on prend la différence. — M. H. Le Châtelier a constaté que la résistance électrique de l'acier croît avec la température de trempage, jusqu'à une valeur d'autant plus élevée que l'acier est plus riche en carbone. Aux températures élevées, le chrome exagère cet accroissement

de résistance; le tungstène la diminue. — M. P. Janet détermine la nature de la tension recueillie aux balais d'un anneau de Gramme, muni d'un collecteur, mais dépourvu d'inducteurs, et alimenté, en deux points diamétralement opposés, par une tension alternative dont on maintient constante la valeur efficace. — M. R. Swynghedauw montre que la multiplication de la décharge dérivée d'un condensateur n'est possible que si la décharge est oscillatoire dans le circuit principal. — M. Dubois a étudié la résistance du corps humain dans la période d'état variable du courant galvanique, au moyen de la méthode du court contact. Il conclut que le corps est un condensateur à diélectrique liquide, d'une capacité d'environ 0,165 microfarad. — M. L. Troost a déterminé la température d'ébullition de l'ozone liquide au moyen d'un couple fer-constantan, étalonné pour les basses températures à un demi-degré près; cette température d'ébullition, sous la pression atmosphérique, est de -119° . L'ozone était obtenu à l'aide de l'ozoniseur de M. Berthelot et liquéfié au moyen de l'oxygène liquide. — MM. W. Ramsay et M. Travers ont trouvé deux nouveaux gaz dans l'atmosphère, par la méthode de distillation fractionnée de l'argon liquide. L'un, le *néon*, possède un beau spectre rouge-orangé et jaune; le second, le *métargon*, de densité à peu près égale à celle de l'argon, en diffère par son spectre. — M. H. Moissan rappelle les difficultés auxquelles on s'est heurté jusqu'à présent pour la préparation du calcium pur. Il a pu obtenir ce métal à l'état de pureté en utilisant la propriété, inconnue jusqu'ici, qu'il possède de se dissoudre dans le sodium liquide maintenu à la température du rouge sombre. Par refroidissement, le calcium cristallise au milieu du sodium, et, en traitant la masse métallique par l'alcool absolu, il reste des cristaux blancs, brillants, de forme hexagonale, de calcium pur. — M. Pouget a obtenu, par l'action du sulfure d'antimoine sur les sulfures alcalino-terreux, des ortho et des pyrosulfantoiminites; les analogues du calcium et du strontium se retrouvent dans des composés pyro, celles du strontium et du baryum dans les composés ortho. — M. Marcel Delépine communique un certain nombre de données thermochimiques sur la pyridine, la pipéridine, la chloropipéridine, la pipéridine et le δ -aminovaléraldéhyde. — M. G. André a préparé quelques bases dérivant de la pipéridine et des carbures éthyliques ou de la glycérine; tous ces corps sont biazotés; les premiers ne renferment pas d'oxygène; les seconds en renferment. — M. H. Causse a préparé des dérivés bromés de la morphine; la substitution du brome semble limitée au quatrième degré. Lorsque la bromuration a lieu en présence de l'acide bromhydrique concentré, l'action du brome est régulière et aboutit à des composés cristallisés; la tétrabromomorphine fonctionne nettement comme base ou acide; cette dernière propriété ne se retrouve pas avec la tribromomorphine. — MM. P. Cazeneuve et Moreau décrivent les diuréthanes aromatiques formées par la pipérazine avec le phénol orthochloré, le thymol, les crésols ortho, méta et para; ces corps présentent une grande stabilité. — M. A. Mouneyrat a constaté que le chlorure d'aluminium réagit sur le chlorure d'éthylène pour donner de l'acide chlorhydrique et de l'acétylène; si l'on fait arriver du chlore dans le mélange, il se combine à l'acétylène sans explosion pour donner du tétrachlorure d'acétylène, pourvu que le mélange ne renferme pas d'oxygène libre ou de gaz susceptible d'en fournir. — M. E.-E. Blaise, en faisant réagir le formiate d'éthyle sur un mélange de bromoisobutyrate d'éthyle et de bromacé-

tate d'éthyle, a obtenu l'éther β -oxytétraméthylglutarique symétrique et de l'éther trimérique. — **M. Chavastelon** a obtenu une combinaison cristallisée d'acétylène et de chlorure cuivreux par l'action d'un courant d'acétylène pur sur une solution chlorhydrique de chlorure cuivreux ou sur une solution aqueuse ou alcoolique de chlorure cuivreux en présence du cuivre. Le composé répond à la formule $\text{Cu}^{\text{I}}\text{Cl}_2\text{C}_2\text{H}_2$.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. Edmond Perrier** cherche à établir que les Tuniciers descendent des Vertébrés; si l'on admet, en effet, que des organismes comparables à l'Amphioxus se soient, à un certain moment, fixés par l'extrémité antérieure de leur corps, ce changement dans leur genre de vie suffit à expliquer l'apparition de tous les caractères qui distinguent les Tuniciers. — **M. A. Canu** déduit de ses recherches histologiques et embryologiques que le palmaria cutané ne doit pas être considéré comme un véritable peaucier, comme tendraient à le faire croire certaines particularités qu'il présente. — **M. Antoine Pizon** a déterminé plusieurs espèces nouvelles de Molgulidées et modifié la classification de ce groupe. Il le divise en trois sections, suivant que ces animaux présentent : 1° une glande génitale sur le côté droit; 2° une glande génitale sur le côté gauche; 3° des glandes génitales paires. — **M. Ch. Gravier** décrit le système nerveux proboscidiens très développé des Glycéridiens; il le considère non plus comme une dépendance du cerveau moyen, mais comme un ensemble ayant une véritable autonomie. — **M. A. Michel** conclut au parallélisme des développements ontogéniques embryonnaire et régénératif chez les Annelides, d'après l'origine unique et somatopleurale de la néphridie, et le développement, la structure, la forme et les rapports du pavillon et du cordon. — **M. A. Brucker** présente quelques remarques sur le rostre portant les chélicères et la trompe pharyngée soudée aux pédipalpes qui forment la partie antérieure du corps des Acariens. — **M. L. Borda** a étudié les glandes anales du *Cybister Rossii* et des *Dysciscus marginalis* et *latissimus*. Ce sont des organes de défense, dont le contenu, lancé par l'inserte, sert à écarter ses ennemis et à se dérober à leur poursuite. — **M. H. Imbert** envoie deux radiographies montrant l'altération athéromateuse de petites artères. — **M. Emm. Drake del Castillo** donne une description sommaire des 250 Rubiacées jusqu'à présent trouvées à Madagascar; elles présentent les trois types africain tropical, asiatique et africain austral. Le premier est un peu plus accentué que le second; le troisième l'est beaucoup moins que les deux autres. — **MM. Al. Hébert** et **G. Truffaut** ont étudié l'influence de divers engrais sur un grand nombre de plantes des jardins, en particulier sur les *Dracœna*. L'application judicieuse des engrais pourrait donner une vigoureuse impulsion à l'industrie horticole française. — **M. B. Renault** a reconnu en abondance l'existence des Bactériacées, sous forme de Microcoques, dans les liguistes, soit dans les fragments de bois en décomposition, soit dans la matière fondamentale qui englobe le reste et qui peut-être un produit de leur travail. — **M. E. Fiecher** résume ses recherches sur les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le sud de la province de Constantine.

Séance du 20 Juin 1898.

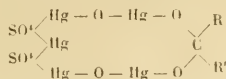
1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Perrotin** communique les éléments de la nouvelle comète Giacobini, calculés par ce savant au moyen de ses observations, de celles de M. Javelle et de celles de M. Kreutz, à Bamberg. — **M. I. Lagarde** a calculé les éléments de la même comète au moyen des observations de M. Bigourdan et de M. Fayet. — **MM. Ch. Trépied** et **J. Renaux** envoient leurs observations de la comète Coddington, faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équateur de 0^m, 188. — **M. de Jonquières** indique les cas où l'équation $C^2 = Du^2 = 1$ est résoluble en nombres entiers. C'est : 1° toutes les fois que D est le carré d'un

nombre impair augmenté de 4, donc si $D = 4n^2 + 4n + 5$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots, n$); 2° lorsque $D = a^2 - n^2 + 1$, n étant un entier quelconque et a étant égal : soit à l'un quelconque x_{2n+1} , premier ou non, des termes de rang impair d'une série récurrente ayant 0, 1, 2n pour termes initiaux et $2n + 1$ pour échelle de relation, soit à l'un des diviseurs de ce terme x_{2n+1} , s'il n'est pas premier.

— **M. L. Raffy** indique une méthode simple de détermination d'une surface par ses deux formes quadratiques fondamentales lorsque la surface est rapportée à des coordonnées curvilignes obliques. — **M. H. Burkhart** étudie le principe de correspondance et démontre le théorème suivant : Le nombre des coïncidences d'une correspondance (x, β) sur une courbe de genre p n'est jamais supérieur à $(x + \beta)(p + 1)$. — **M. Maurice Lévy** présente un rapport sur un mémoire de **M. Lecornu**, intitulé : Sur l'équilibre d'une enveloppe ellipsoïdale soumise à une pression intérieure uniforme. L'auteur a étendu au cas d'une surface ellipsoïdale quelconque, les résultats qu'il avait obtenus pour l'ellipsoïde de révolution; il y précise le lien étroit qui existe entre le problème de l'équilibre intérieur d'une surface et celui de sa déformation infiniment petite.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. van der Waals** présente quelques remarques sur la valeur des coefficients A et B employés par **M. D. Berthelot** dans la formule qui exprime la compression d'un mélange de gaz; il en déduit qu'il n'est pas possible de calculer la densité d'un mélange en ne connaissant que les propriétés des gaz qui le composent, comme l'a fait **M. Berthelot**. — **M. D. Berthelot** répond que, dans ses études sur le mélange des gaz, il s'est placé à un point de vue théorique et qu'il a suppléé par une hypothèse simple aux données expérimentales qui lui manquaient; de fait, les vérifications numériques se sont montrées satisfaisantes. — **M. A. Ledno** estime que, dans les théories sur le mélange des gaz, il faut tenir compte de leur atomicité et de leur masse moléculaire, qui ont une influence sur le volume du mélange. — **M. A. Ledno** établit que les résultats de Regnault, relatifs à la chaleur spécifique de l'air à pression constante, sont entachés, du fait de la détente du gaz entre le régulateur de débit et l'atmosphère, d'une erreur systématique de $\frac{1}{160}$. La chaleur spécifique doit donc être portée de 0,2375 à 0,239.

— **MM. H. Le Châtelier** et **O. Boudonard** déduisent, de leurs expériences sur le pouvoir émissif des manchons, une nouvelle théorie du bec Auer : Le manchon est composé d'une matière dont le pouvoir émissif à la température où il fonctionne est différent pour les différentes radiations; son rendement avantageux résulte de ce que son pouvoir émissif, très grand (voisin de l'unité) pour les radiations bleue, verte et jaune, est moindre pour le rouge. La proportion d'énergie rayonnée sous forme de radiations visibles est, par suite, très grande. — **M. H. Pélabon** a étudié l'action de l'hydrogène sur le sulfure d'argent et la réaction inverse; pour une même valeur de la température, supérieure à 350°, les limites des deux réactions sont identiques. L'équilibre est obtenu en un temps d'autant plus long que la température est plus basse. — **M. Guntz** a déterminé la chaleur de formation du carbure de lithium, à partir de sa chaleur de décomposition par l'eau et de celle de dissolution du lithium dans l'eau; elle est de $+ 11,3$ cal. Elle est supérieure à la chaleur de formation de CaC_2 et de NaC_2 . — **M. C. Denigès**, en faisant réagir les acétones grasses sur le sulfate mercurique, a obtenu des combinaisons insolubles de formule :



Cette réaction est absolument quantitative et pourra servir au dosage de l'acétone ordinaire. — **MM. P. Cazeau** et **Alb. Morel** ont préparé les éthers carbo-

niques mixtes de la série grasse et de la série aromatique, en chauffant au sein des divers alcools les carbonates neutres phénoliques en présence de certaines bases organiques (urée, aniline, pyridine, quinoléine). Quelquefois même, il suffit de faire réagir sur les carbonates de phénol les alcoolates sodés ou potassés. — **M. A. Arnaud** a obtenu, par l'action de l'acide nitrique étendu sur l'ouabaine, deux dérivés nitrés, de formule : $C^{12}H^{19}(AzO^2)^2O^2$ et $C^{12}H^{17}(AzO^2)^2O^2$. Ces corps se comportent comme des acides et donnent des sels cristallins. — **MM. Flatau et Labbé** ont recherché les acides qui existent dans les essences de géranium. L'essence de géranium d'Inde renferme un corps, de formule $C^{14}H^{20}O^2$, qui est probablement un isomère de l'acide myristique. L'essence de géranium de Bourbon contient un acide de formule probable $C^{14}H^{18}O^2$. — **M. H. Imbert** a obtenu, par l'action de la cyanamide sur le chloranile en présence de la potasse, un produit cristallisé vert brun, de formule probable $CAz^2 = C^6Cl^2OK^2 = Az^2C, 2HPO$. Par l'action de la potasse, puis de l'acide chlorhydrique, ce corps donne de l'acide chloranilique $O = C^6Cl^2(OH)^2 = O$. — **M. P. Pichard** a recherché le manganèse, par sa méthode, dans un grand nombre de minéraux, de végétaux et d'animaux. On le trouve en assez forte proportion dans la plupart des représentants du règne végétal. — **M. L. Bonetti** fait varier l'état du gaz raréfié à l'intérieur de l'ampoule radiographique en maintenant incandescent, pendant un temps plus ou moins long, un fil de platine plongé dans l'atmosphère de l'ampoule.

SCIENCES NATURELLES. — **M. Emile Yung** a étudié la digestion gastrique chez les Squales. Le suc gastrique contient une forte dose d'acide chlorhydrique, destiné à la décalcification des proies ingérées. L'auteur n'a pu constater la dissolution de la chitine par le suc gastrique, admise par **M. Richet**. — **M. Louis Boutan** a observé le développement de l'*Acmara Virginea*. Il a constaté que la torsion de la coquille chez les Mollusques n'est pas la cause nécessaire de l'enroulement de la masse viscérale et de la partie correspondante du système nerveux; cette cause réside dans le développement du pied. D'autre part, la différence de position du crochet terminal, dans les coquilles patelliformes, ne constitue qu'une anomalie apparente sans retentissement sur l'organisation générale du Mollusque. — **M. Bergeaud** adresse un mémoire sur l'entomologie intertropicale et les particularités des mœurs de quelques insectes. — **M. Willot** adresse un mémoire sur la destruction des Nématodes et de tous les insectes qui se trouvent dans le sol. — **M. André Delebecque** communique le résultat de l'exploration des lacs de la Roche-de-Rame (Hautes-Alpes), du Lauzet (Basses-Alpes), de la Roquebrunne et de Tourves (Var). — **MM. G. Variot et G. Chicotot** décrivent une méthode qui permet de mesurer l'aire du cœur au moyen des images radiographiques. — **M. A. Chambereau** envoie une note sur un fossile trouvé dans le Jurassique oxfordien. **LOUIS BRUNET.**

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 14 Juin 1898.

M. le Président annonce le décès de **M. Levieux**, associé national. — L'Académie procède à l'élection de deux correspondants étrangers dans la Division de Médecine. **M. Barella** (de Bruxelles) et **M. Petriani** (de Galatz) sont élus. — L'Académie continue la discussion sur la prophylaxie de la tuberculose. **M. Chauvel** pense que l'accroissement de la tuberculose dans l'armée est plus apparent que réel; le nombre des réformés a augmenté mais non celui des tuberculeux; il croit aussi que le rôle de la contagion est moins considérable qu'on ne le pense, à cause de l'élimination des tuberculeux avérés. Il conclut néanmoins à une plus grande sévérité au conseil de revision, à l'exemption des tuberculeux avérés et à l'ajournement des suspects, à la réforme temporaire pour les tuberculeux au premier

degré et à la réforme définitive dès que les crachats contiennent le bacille de Koch. Il conseille aussi l'augmentation de la ration alimentaire et l'exécution des prescriptions relatives à la salubrité des casernes.

Séance du 21 Juin 1898

L'Académie procède à l'élection d'un associé libre et d'un associé étranger. **M. Paul Richer** est élu associé libre, et **M. Vanlair** (de Liège) associé étranger. — L'Académie termine la discussion sur la prophylaxie de la tuberculose. **M. Blache** présente un modèle de crachoir de poche dû au **D^r Vaquier**; il est en aluminium, donc très léger et en même temps très commode. Il a été mis en service aux hôpitaux pour enfants tuberculeux d'Ormesson, de Villiers et de Noisy et a été très bien accepté. **M. Marquez** propose que les pouvoirs publics publient une instruction recommandant la désinfection, sur avis du médecin, de tout local ayant été habité par un tuberculeux. — **M. Lallemand** lit quelques fragments d'une étude sur la Révolution et les pauvres.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 4 Juin 1898.

M. J. Nicolas a essayé l'action du sérum antidiphthérique sur douze échantillons de bacille de Löffler; l'agglutination s'est produite dans six cas seulement. L'auteur recherche les causes de ce phénomène inconstant. — **MM. Haussalter et Guérin** ont observé un nouveau cas de nucléoalbuminurie chez un enfant atteint de pneumonie tuberculeuse. Ils pensent que l'apparition de la nucléoalbumine dans l'urine est souvent l'indice d'une tuberculose en évolution dans un organe. — **M. Egger** a enregistré la respiration chez des hémiplegiques et a constaté que l'amplitude était beaucoup plus forte du côté paralysé que du côté sain. — **M. Retterer** poursuit ses recherches sur le développement du pisiforme chez les Mammifères; c'est certainement le reste d'un appareil squelettique autrefois important. — **M. Pilliet** a étudié le mode de perforation de l'appendice dans l'appendicite folliculaire perforante. La perforation peut débiter insidieusement par un abcès sous-choréal, dû à un follicule profond supprimé, ou mieux, à la formation d'un petit abcès miliaire lymphatique. Cet abcès se propage et donne naissance aux abcès périappendiculaires. — **M. Bergonié** détermine la surface du corps humain en le recouvrant complètement de petites bandes de diachylon de surface connue. Il a trouvé une moyenne de 162 décimètres carrés pour un homme pesant 67 kilos. — **M. Manuelian** envoie une note sur les neurones olfactifs.

Séance du 11 Juin 1898.

M. H. Meunier a constaté que le bacille de l'influenza (bacille de Pfeiffer), qui se développe peu ou pas dans les conditions ordinaires, fournit au contraire de très grosses colonies si on surpique la culture avec du staphylocoque doré. Il y a là un phénomène de satellitisme cultural remarquable. — **M. H. Claude** a observé, à la suite de l'injection de culture pyocyanique au cobaye, la formation de fausses membranes adhérentes sur le foie; elles sont constituées par un exsudat fibrineux qui pénètre l'endothélium et se transforme en tissu conjonctif. — **M. Sabrazès** établit que le suc gastrique ne modifie pas d'une façon appréciable la forme ni les propriétés colorantes du bacille de la tuberculose; ce dernier n'y perd sa vitalité et sa virulence qu'au bout de trente-six heures. — **MM. Morel et Rispal** ont observé en abondance le bacille de Löffler dans un cas de pourriture d'hôpital; le malade, traité par le sérum antidiphthérique, guérit. — **MM. Hugounenq et Doyon** ont provoqué la fermentation des nitrates alcalins avec dégagement d'azote par le bacille d'Eberth seul, à l'abri de l'air. — **M. Imbert** présente une radiographie du bassin dans un cas de grossesse extra-utérine.

Séance du 18 Juin 1898.

M. Paul Claisse rappelle que les champignons toxiques renferment deux poisons : la muscaine, produisant de violents désordres intestinaux qui tuent rarement, et la phalline, agissant tardivement, mais provoquant des accidents cholériformes qui se terminent souvent par la mort. L'auteur a essayé la scrothérapie contre ce dernier poison. Le lapin arrive à s'y accoutumer assez rapidement. — MM. Gilbert et E. Weil ont trouvé dans un kyste hydatyque supprimé gazeux, à côté des hydatides morts, un coli-bacille spécial qui produisait probablement le gaz. — M. Danilewsky a étudié les altérations musculaires qu'on observe chez de jeunes animaux consécutivement à la résection d'une partie du crâne correspondant aux zones motrices. — M. Hérissay a constaté l'existence d'émulsine dans des cultures d'*Aspergillus fumigatus*.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Juin 1898.

M. Létang décrit l'utilisation du carbure glucosé à la production de l'acétylène dans les appareils Létang et Serpollet. Le grand inconvénient qu'a présenté jusqu'ici l'emploi direct du carbure de calcium pour la production de l'acétylène est la continuation du dégagement de gaz, la « surproduction », qui a lieu quand la consommation a cessé. Cet effet résulte de l'imbibition de la chaux, provenant de la décomposition du carbure qui peut retenir jusqu'à trois fois son poids d'eau; l'eau, mise lentement en liberté, continue l'attaque. On a essayé, sans grand succès, d'employer des paniers cloisonnés en os de faire tomber graduellement le carbure dans l'eau. M. Létang a essayé de dissoudre la chaux au fur et à mesure de sa production; il a d'abord cherché à produire le sucraté de chaux, qui joue un rôle dans le raffinage des sucres, puis il a constaté qu'une proportion notablement plus faible de sucre suffisait à déliter complètement la chaux et à la séparer du carbure. Les morceaux de carbure de calcium sont soumis à l'action de l'eau dans un appareil construit sur le type du briquet à hydrogène, après avoir été trempés dans une solution concentrée et chaude de glucose qui se solidifie à leur surface; l'acétylène, qu'on obtient ainsi, renferme en moyenne 10 % de sucre et 2 % de pétrole pour 88 % de C₂H₂. Le carbure glucosé est peu sensible à l'action d'une humidité moyenne; la mise en marche d'un appareil demande environ deux minutes; on peut éteindre immédiatement. M. Létang présente divers types de lampes destinés à l'éclairage des wagons, des tramways et des phares. — M. Colardeau expose un essai de reconstitution du mètre, sans l'aide d'instruments de mesure. Cent opérateurs, rangés en groupes de dix personnes appartenant chacune à une même profession (chefs d'ateliers, ouvriers mécaniciens, professeurs de mathématiques, etc.), ont bien voulu se soumettre aux expériences suivantes: D'abord, on leur a présenté une série de dix règles, dont la plus grande avait 36 centimètres, et on les a priés d'indiquer la longueur qu'ils leur attribuaient; ensuite, on leur a demandé de marquer sur une règle dix longueurs choisies d'avance. M. Colardeau a représenté les résultats de l'expérience, en portant en abscisses les longueurs à évaluer ou à reproduire et, en ordonnées, les erreurs absolues commises; on constate que, presque toujours, les lignes polygonales qui joignent chacune des séries de points sont de part et d'autre de l'axe des abscisses, qu'elles coupent à peu près aux mêmes points. Ainsi, pour chaque longueur particulière, dans deux séries d'épreuves distinctes, chaque observateur conserve la même unité pour l'évaluation ou la reproduction d'une longueur déterminée. Les moyennes, prises sur les longueurs à reconstituer, mettent nettement en évidence une tendance générale à prendre trop longues les longueurs faibles, et trop courtes les longueurs plus grandes. Si l'on cherche à

reconstituer le mètre à l'aide des reconstitutions de longueurs voisines de 1 ou 2 centimètres, on trouve que la moyenne donnerait un mètre trop long de 1 centimètre. Avec une longueur voisine de 15 centimètres, on obtiendrait le mètre à 2 millimètres près; enfin, l'erreur changerait de signe, si l'on prenait comme intermédiaires des longueurs plus grandes. La reconstitution directe du mètre donnerait des résultats beaucoup moins bons. En général, les longueurs proposées par les opérateurs sont plus grandes que la longueur réelle. — M. Broca fait observer qu'il résulte des expériences de M. Colardeau que l'erreur commise est loin d'être proportionnelle à la quantité évaluée, ce qui lui semble prouver que nous ne percevons pas uniquement des rapports, comme l'a pensé Fechner. D'autre part, il y aurait d'intéressantes recherches à faire sur la comparaison des résultats des évaluations de grandes longueurs, obtenues par des mouvements successifs de l'œil, et de distances inférieures à quelques millimètres, c'est-à-dire comprises à l'intérieur de la zone de fixation. — M. Ch.-Ed. Guillaume présente l'appareil qu'il a construit, avec la collaboration de M. Pétavel, pour la détermination mécanique des courbes terminales des spirales. Cet appareil a été décrit dans l'avant-dernier numéro de la *Revue*. C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

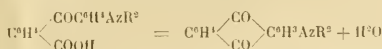
Séance du 27 Mai 1898.

M. Urbain a fractionné le didyme par la méthode des éthylsulfates. Il a reconnu que les mélanges riches en praséodyme et lanthane donnent le néodyme dans les têtes et le lanthane dans les queues. On obtient, comme produit intermédiaire, le praséodyme sensiblement exempt de néodyme. La même méthode n'a pas permis d'éliminer le praséodyme dans un produit riche en néodyme. — MM. Cathelineau et Haussier ont séparé l'huile de cade en deux séries de composants à l'aide d'une solution sodique à 3 %. Ils séparent ensuite les différents termes à l'aide de la distillation fractionnée ou par dissolution. — M. V. Thomas a étudié les sels mixtes halogénés de plomb; il a obtenu le chloriodure PbI₂Cl et les chlorobromures PbBrCl et 3PbCl₂. PbBr₂. Il présente également à la Société un hydrate de chlorure ferreux FeCl₃·2H₂O, déjà signalé par M. Sabatier. M. V. Thomas l'a obtenu par l'action du chlorure ferreux anhydre sur l'éther à 65°-66°. Il a été également publié : une remarque sur le principe du travail maximum, par M. D. Tommasi; une note de M. A.-J. Ferreira da Silva sur la réfraction atomique des mélanges dans les carbonyles métalliques, et les formules de constitution de ces dérivés; un travail sur les phosphoglycérates acides par MM. Adrian et Trillat. — M. Bouveault a développé dans un mémoire ses idées sur la constitution de l'acide camphorique et du camphre. — Enfin M. A. Hollar a publié les résultats d'analyses des boues précipitées au cours de l'affinage électrolytique du cuivre.

SECTION DE NANCY

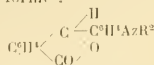
Séance du 22 Juin 1898.

MM. A. Haller et Guyot ont cherché à transformer les acides diméthylamido, diéthylamido et diéthylamidométhoxy-benzoylthéniques en anthraquinones correspondantes, d'après l'équation :

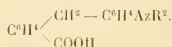


Si l'on chauffe quelques minutes vers 175° une partie d'acide diméthylamido-benzoylthénique avec 12 parties d'acide sulfurique concentré, on obtient, en reprenant par l'eau, un précipité rouge floconneux, qui cristallise dans le toluène en belles aiguilles rouges fondant à 181°. C'est la diméthylamidoanthraquinone. Dans les mêmes

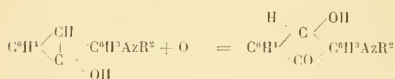
conditions, l'acide diéthylamidobenzoylbenzoïque donne la diéthylamidoanthraquinone en beaux feuillets rouges fondant à 156°. L'acide diéthylamidométhoxybenzoïque benzoïque ne semble pas réagir dans le sens indiqué. Dans ces condensations, il y a un fort dégagement d'acide sulfureux et on n'obtient que de faibles rendements. Par contre, ces acides, réduits par la poudre de zinc en solution alcaline, donnent des monophénylphthalides substitués de la forme :



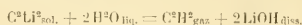
qu'une réduction plus profonde transforme quantitativement en acides benzoylbenzoïques substitués, de la forme :



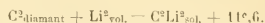
Or, les deux premiers acides, chauffés une demi-heure avec 10 parties d'acide sulfurique concentré, se convertissent nettement en anthraquinones correspondantes. Quand on traite par l'eau, on a une solution jaune de sulfate d'anthranol qui, chauffée, se colore en violet par le perchlorure de fer par suite de la formation d'oxanthranol, puis se trouble et donne de petits cristaux rouges des anthraquinones correspondantes, avec un très bon rendement :



L'acide diéthylamidométhoxybenzoïque ne subit la même condensation anthranolique qu'au contact d'acide sulfurique à 30 % d'anhydride. Il y a alors simultanément condensation anthranolique, oxydation de l'anthranol en anthraquinone et sulfonation de celle-ci. En effet, le produit de la réaction, versé sur de la glace, donne un liquide rouge bordeaux, que l'analyse fait considérer comme une diéthylamidoanthraquinone hydroxylée et sulfonée. — M. Guntz a déterminé la chaleur de formation du carbure de lithium, en mesurant la chaleur dégagée dans l'action de l'eau sur ce composé. Trois expériences concordantes ont donné le nombre 37,4 pour la réaction :

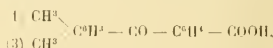


d'où l'on déduit :



Le carbure de lithium a été préparé en chauffant, dans une nacelle en fer, des poids égaux de lithium et de charbon. On a employé soit du charbon de sucre, soit du charbon électrographique. Il faut avoir soin d'opérer dans le vide, car à la température de réaction le lithium se combine à tous les gaz, sauf à l'argon. — M. Arth expose une chaux caustique trouvée dans des fortifications qui datent de plus de deux cents ans. — M. P.-Th. Muller fait observer, à propos de la récente communication de M. Vézès¹ relative à une cause d'erreur des expériences de Stas — oxygène et autres gaz occlus dans l'argent qui sort de point de départ à ses déterminations — que l'extrême petitesse de cette

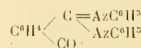
erreur a déjà été mise hors de doute par M. Ostwald, dès l'année 1885¹. On en trouve la preuve dans les nombres mêmes de Stas sur la synthèse totale du brome et de l'iode d'argent. Par exemple, dans cinq synthèses de l'iodure d'argent, les différences relatives entre la somme des poids de l'iodure et de l'argent primitifs et le poids d'iodure trouvé sont respectivement 3, 20, 23, 39 et 47 millionièmes (de la somme), les poids d'argent employés variant de 28 à 136 grammes. Ces erreurs relatives, fort petites, ne peuvent donc suffire à expliquer l'écart entre le poids atomique physique de l'azote de MM. Leduc et D. Berthelot (14,005 et le nombre 14,041, moyenne probable tirée des séries fort concordantes des expériences de Stas. — M. Favrel, en ajoutant à une molécule de chlorure de tétrazodiamisyle deux molécules d'acétylacétone dissoute dans l'alcool, puis du bicarbonate de soude en léger excès, obtient un précipité rougeâtre qui cristallise dans l'aniline bouillante en belles aiguilles rouges fondant à 234-235°, et présentant la composition de la dianisyl-dihydrazoneacétylacétone. Comme les composés analogues déjà décrits, ce corps ne se dissout pas dans les solutions aqueuses de potasse ou de soude, ni dans les solvants usuels. De même, en traitant une molécule de chlorure de tétrazodiamisyle par deux molécules de cyanacétate d'éthyle dissous dans l'alcool, puis par de la soude en excès, on obtient une liqueur rouge d'où l'acide chlorhydrique précipite la dianisyl-dihydrazone cyanacétate d'éthyle, corps insoluble dans les solvants usuels sauf le chloroforme, et qui cristallise des solutions d'aniline bouillante en petits cristaux rougeâtres fondant à 283-284°. — M. Danis a obtenu, en condensant du tétrachlorure de phthalyle fondant à 88° avec le méthaxylène en présence de chlorure d'aluminium, l'acide métadinéthylbenzoylbenzoïque :



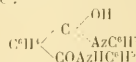
fondant à 136°, obtenu par P. Meyer en faisant réagir le méthaxylène sur l'anhydride phthalique. Dans les mêmes conditions, l'orthoxyène donne l'acide correspondant :



fondant à 161°,5. L'auteur a repris la réaction pour laquelle Gerichten a préparé le composé :



en faisant agir le tétrachlorure de phthalyle fondant à 88° sur l'aniline, et il a obtenu comme lui un produit se présentant sous forme de houppes jaunes, fondant à 152-153°. Mais, si l'on a soin d'opérer au bain-marie en présence d'un excès d'aniline pour éviter l'élévation de température, on obtient, en repreneant par l'alcool, un produit blanc jaunâtre nacré, très peu soluble dans l'alcool bouillant, fondant à 207°, et auquel l'analyse attribue la formule :



M. Danis essaye d'étendre cette réaction aux autres amines aromatiques; les résultats feront l'objet d'une prochaine note.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

4^e SCIENCES PHYSIQUES

E. Wilson : Les propriétés magnétiques du fer pur. — Les expériences ont été faites sur un

¹ Comptes rendus, t. CXXVI, p. 1714.

¹ Lehrb. d. allgem. Chemie, 1^{re} éd. 1885), t. 1^{er}, pp. 32, 33.

anneau de fer contenant seulement environ 0,12 % d'impuretés (manganèse, soufre, traces de carbone et de silicium). L'anneau a été essayé d'abord tel qu'il a été reçu, puis après un recuit soigneux. Voici les résultats relatifs à l'hystérèse magnétique, auxquels on a ajouté ceux obtenus par M. Ewing pour une plaque roulée de fer suédois :

DENSITÉ inductive en unités C. G. S. par cm. c. B.	DÉSIGNATION DE L'ÉNERGIE PAR HYSTÉRÈSE MAGNÉTIQUE EN ERGS, PAR CYCLE, PAR CENTIMÈTRE CUBE					
	Fer roulé de Suède.		Anneau de fer pur initial.		Anneau de fer pur recuit.	
	μ	μ	μ	μ	μ	μ
2.000	220	2.560	350	2.000	262	2.500
4.000	610	3.880	800	3.330	720	3.810
6.000	1.200	4.410	1.450	4.138	1.350	4.800
8.000	1.960	4.330	2.160	4.145	2.020	3.440
9.000	2.310	4.090	2.600	4.615	2.450	5.490
10.000	"	3.790	3.100	4.545	2.860	5.460
12.000	"	"	4.400	4.000	"	4.900
15.000	"	"	"	4.415	"	2.050

Pour le fer non recuit, la perte par hystérèse est un peu plus grande que pour le fer de Suède examiné par M. Ewing; pour le fer recuit, la différence avec ce dernier est encore moindre, quoique la perméabilité μ maximum ($\mu = 5.490$ pour $B = 9.000$) soit relativement forte. La force de coercition pour B maximum (15.720) était de 1,13 unité C.G.S.

L'auteur a étudié ensuite l'instabilité magnétique apparente du spécimen qu'il possédait. On sait, en effet, que si la force magnétisante varie à partir d'une valeur maximum jusqu'à une valeur égale à la force coercitive du corps, en passant par zéro, il se produit une variation considérable de l'induction; autrement dit, si la déviation d'un galvanomètre balistique (en circuit avec le fil secondaire enroulé autour de l'anneau, due à la diminution de la force magnétisante, est ajoutée à la déviation produite par l'élévation de la force magnétisante jusqu'au maximum opposé, la somme n'est pas égale à la déviation qui serait observée si la force variait en une fois d'un maximum à l'autre. Le résultat des expériences de l'auteur est donné dans de nombreux tableaux et résumé dans une figure où la force magnétisante H est portée en abscisse et la densité inductive B en ordonnée; on y indique la variation de B une demi-seconde et une seconde après que la force magnétisante a varié.

M. Wilson montre ensuite que cet effet ne peut pas être attribué à la self-induction de l'anneau, ni à l'intervalle de temps employé par le courant pour atteindre sa valeur maximum. Il donne en passant une méthode de mesure de la vitesse avec laquelle le courant arrive à sa valeur maximum.

L'auteur étudie ensuite l'influence des courants induits sur la propagation du magnétisme dans l'anneau et montre qu'elle peut avoir quelque influence sur le phénomène, quoiqu'il soit difficile de se rendre compte d'effets de longue durée sans faire intervenir la constitution moléculaire.

Enfin, M. Wilson montre que l'amplitude de l'induction n'est pas aussi grande pour les hautes fréquences et les faibles densités d'induction; ce fait est important pour le cas des noyaux de fer des transformateurs.

2^e SCIENCES NATURELLES.

J.-Th. Cash, F. R. S., et W.-R. Dunstan, F. R. S.: La pharmacologie de l'aconitine, de la diacétylaconitine, de la benzaconitine et de l'aconine, considérée dans ses relations avec la constitution chimique de ces corps. — Dans ces expériences, les auteurs ont observé l'action des trois alcaloïdes purs :

l'aconitine, la benzaconitine et l'aconine, retirés de l'*Aconitum Napellus*, et d'un de leurs dérivés, la diacétylaconitine, sur les animaux à sang chaud et à sang froid. Si la dose d'aconitine, qui est invariablement mortelle pour 1 kilo d'animal, est représentée par l'unité, la toxicité des autres corps sera égale aux fractions suivantes :

diacétylaconitine, $\frac{1}{40}$; benzaconitine, $\frac{1}{300}$; aconine, $\frac{1}{3.000}$.

Il y a donc une grande différence de toxicité entre ces divers alcaloïdes. Voici leur action spéciale :

L'aconitine à petites doses précipite les pulsations; de plus fortes proportions accélèrent et même troublent la succession des contractions des ventricules et des oreillettes, un rythme indépendant se produisant à un certain moment. Le système vasomoteur central est affecté plus puissamment que le système périphérique; une grande accélération de la respiration précède sa diminution, qui peut aller jusqu'à sa disparition. Les nerfs sensitifs sont déprimés, tandis que les terminaisons des nerfs moteurs et les muscles squelettiques conservent leur activité, excepté lorsqu'on dépasse beaucoup les doses mortelles.

La diacétylaconitine a moins d'action sur les contractions du cœur; mais, à part cela, son action est semblable à celle de l'aconitine.

La benzaconitine altère le rythme cardiaque, en diminuant les pulsations; à un certain moment, la succession du ventricule disparaît à chaque second battement de l'oreillette; les contractions peuvent même être suspendues complètement, puis suivies d'une reprise spontanée de la systole. Les nerfs sensitifs sont peu affectés, pendant que les terminaisons des nerfs moteurs et, à un moindre degré, les muscles squelettiques, présentent une réponse réduite et intermittente aux stimulus.

L'aconine force la systole cardiaque et s'oppose à la dislocation du rythme produite par l'aconitine, dont elle est d'ailleurs un antagoniste et un antidote. Elle agit sur les terminaisons nerveuses, motrices comme le curare. Tous ces alcaloïdes font baisser la température du corps.

En résumé, tandis que la toxicité de l'aconitine dépend de la présence du groupe acétyl qu'elle renferme, l'introduction de deux nouveaux groupes acétyle dans la molécule n'altère pas son action pharmacologique, mais réduit plutôt la toxicité du corps formé. L'enlèvement du groupe acétyl abolit l'action stimulante sur le centre respiratoire et le nerf vague pulmonaire. Il diminue aussi l'activité des nerfs moteurs plus que des nerfs sensitifs.

Le groupe benzoyl (présent dans la benzaconine) produit une modification particulière de l'action du cœur, associée à un trouble des contractions que l'aconine ne cause jamais. L'effet analogue à celui du curare que présente l'aconine, et la réponse intermittente des muscles due à la benzaconine, sont attribuables à l'absence et à la présence du groupe benzoyl.

Il est remarquable que la benzaconine et l'aconine, antagonistes pharmacologiques de l'aconitine, se trouvent associées avec elle dans la racine d'*Aconitum Napellus*, qui sert aux préparations pharmaceutiques.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 17 Mars 1898 (suite).

M. Lloyd Snape : Action des diisocyanates sur les amido composés. En faisant réagir le diphenylène-diisocyanate sur la phénylhydrazine en solution étherée, on obtient la diphenylène-diphényl semicarbazide Ph.AzH. AzH. CO. AzH. CH₃. AzH. CO. AzH. Ph. On a, de même, la toluylène-diphényl semicarbazide (1, 2, 5). La diphenyl-toluylène diurée Me. O₂IP² (AzH. CO. AzH. Ph)² a été préparée en mélangeant des solutions étherées d'aniline et de toluylène-diisocyanate. — MM. Thomas Purdie, F. R. S., et Druce Lander font une communi-

cation sur l'action des iodures alcooliques, en présence des malate et lactate d'argent.

Séance du 31 Mars 1898.

Cette séance est consacrée à l'élection du bureau de la Société. M. James Dewar, M. A. L. L. D. F. R. S., est nommé président.

Séance du 21 Avril 1898.

MM. C.-F. Cross, E.-J. Bevan et Claude Smith : Sur les carbohydrates contenus dans l'orge. — M. O. Forsster a réduit la camphoroxine au moyen du sodium et de l'alcool amylique ; il a obtenu ainsi deux bases dont la formule empirique est $C^{14}H^{14}Az$ et douteuses chacune d'un pouvoir rotatoire différent. L'auteur appelle la première *bornylamine*, et donne le nom de *neobornylamine* à la seconde. On obtient facilement les dérivés acétylés et benzoylés. — M. F.-E. Matthews : Note sur quelques dérivés du benzophénone. — M. S.-B. Schryver continue ses recherches sur l'acide lauronolique ; l'oxydation au moyen du permanganate ne donne pas de produits définis ; l'acide semble être totalement oxydé et se comporte comme l'acide tétrahydrophthalique. L'acide nitrique réagit violemment sur l'acide lauronolique, en donnant de l'acide oxalique comme produit principal. Toutefois, en ajoutant lentement l'acide nitrique, on peut obtenir des nitro dérivés. — M. Bretonet Baker : Méthode pour sécher l'ammoniaque et l'acide chlorhydrique. — M. H.-G. Madan décrit les propriétés physiques et chimiques du diiodure de méthylène CHI_2 . — MM. J.-T. Hewitt et F. Dixon publient le résultat de leurs recherches sur la condensation du chloral avec l'orcinol. — M. Emily C. Fortey a préparé une série de dérivés de l'hexaméthylène, entre autres : le monochlorhexaméthylène, $C_6H_{11}Cl$, le dichlorhexaméthylène $C_6H_{10}Cl_2$, et le monobromhexaméthylène. — M. A.-G. Perkin : Etude des matières colorantes contenues dans l'*Arctostaphylos uva ursi*. — M. A.-G. Perkin et P.-J. Wood : Sur les matières colorantes servant à falsifier le sumac de Sicile. — M. Harold Johnson publie le résultat de ses travaux sur l'hydrolyse de l'amidon par les acides. — MM. James Walker et John K. Wood ont reus-à préparer du cyanate d'ammonium solide, au moyen du procédé suivant : On ajoute peu à peu une solution d'ammoniaque dans l'éther anhydre à une solution d'acide cyanique également dans l'éther anhydre, et on refroidit le mélange à -20° ; un précipité gélatineux se sépare qui, après une rapide filtration et évaporation de l'éther, laisse une masse friable solide de cyanate pur. — MM. William J. Sell et F.-W. Dootson ont examiné l'action du pentachlorure de phosphore sur la pyridine et ont pu isoler ainsi toute une série de dérivés chlorés de ce corps. — M. A. Wentworth Jones : Note sur la loi des multiples. — MM. R.-W. Collinson et W.-H. Perkin jun. ont réduit l'acide lauronolique au moyen de l'amalgame de sodium ; traité par l'acide bromhydrique, il est converti en hydrobromure $C^{18}H^{35}O_2Br$ fondant à 133° ; le brome le convertit en une substance $C^{18}H^{35}O_2Br$ fondant à 185° . — MM. Frederic H. Lees et W.-H. Perkin jun. : Action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique. — MM. W.-H. Perkin jun. et C.-H.-G. Sprankling décrivent une série de corps résultant de la réaction du bromacétal sur les dérivés sodés du malonate d'éthyle, entre autres : l'acétalmalonate d'éthyle $(CO_2Et)^2CH_2.CH(OEt)^2$, l'acide acétalmalonique $(CO_2H)^2CH_2.CH(OEt)^2$. — M. Arthur Lapworth : Sulfonation du benzophénone et du diphenylméthane. — MM. Frederic Stanley Kipping et William J. Pope : Méthode pour la séparation des isomères optiques.

Séance du 5 Mai 1898.

MM. C.-F. Cross, E.-J. Bevan et Claude Smith publient le résultat de leurs travaux concernant l'action du peroxyde d'hydrogène sur les carbohydrates en

présence du fer. — M. Henry Horstman Fenton : Note sur l'oxydation de certains acides en présence du fer. Le même auteur étudie dans une deuxième communication les sels métalliques de l'acide dihydroxytartrique. Il démontre que les solubilités des sels normaux de sodium, potassium, rubidium et césium croissent en raison directe du poids atomique. Le sel de lithium fait exception. Les dihydroxytartrates agissent comme réducteurs sur les sels d'argent, cuivre, mercure, et sont réduits en acide dihydroxy-malique par les sels (anneux et ferreux). — M. S. Skinner : Relations qui existent entre les acides dihydroxy-malique, dihydroxyfumarique, dihydroxytartrique et tartronique. — MM. R.-S. Morrell et J.-M. Crofts : Note sur la constitution énolique et cétonique de l'acétoacétate d'éthyle. — MM. William J. Pope et Stanley J. Peachey ont étudié la tétrahydropapavérine au point de vue optique, et ont réussi à la déboullir en lévotétrahydropapavérine et dextrotétrahydropapavérine. Pour cela, ils font bouillir la tétrahydropapavérine avec un excès d'acide dextrobromocamphorsulfonique et décomposent ensuite la combinaison formée. — M. J. Murray Crofts : Détermination des poids moléculaires des permanganates, perchlorates et périodates en solution. — MM. W.-J. Sell et F.-W. Dootson concluent des résultats de leurs travaux relatifs à l'action du chlore sur la pyridine : 1° qu'il se forme un produit d'addition par l'action du chlore sur la pyridine ; mais sa constitution n'est pas encore établie ; 2° le chlorhydrate de dichloropyridine de Keiser est une trichloropyridine ; 3° Les autres composés chlorés de la pyridine semblent ne se former qu'en faible quantité ; 4° le composé $C^{10}H^7AzCl$, décrit par Keiser comme produit d'addition du chlore et de la pyridine est du chlorhydrate de pyridine. — MM. R. Herz et W.-H. Bentley : Sur l'oxydation de l'acide paranitrovoluène-sulfonique et sur sa transformation en acide dinitro-toluenedisulfonique et en acide paranitrobenzaldéhydes-dorthisulfonique. — MM. James Walker et John S. Lumsden : Note sur la détermination des poids moléculaires ; modification de la méthode de Landsberger pour déterminer le point d'ébullition.

Séance du 19 Mai 1898.

M. James Dewar, F. R. S., expose le détail de ses expériences sur la liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium. — M. Gilbert T. Morgan, en faisant agir la formaldéhyde sur la β -naphtylamine en solution alcoolique et en présence d'acide chlorhydrique, a obtenu quatre substances basiques différentes qu'il examine et dont il donne les propriétés physiques et chimiques. Il a également étudié les produits de condensation avec l' α -naphtylamine. — M. F.-G. Edmed : Note sur la constitution de l'acide oléique et de ses dérivés. — M. Lowry étudie une série de dérivés stéréoisomères du camphre obtenus en partant du dibromochlorocamphre.

Séance du 2 Juin 1898.

M. le Président annonce la mort de Lord Playfair, F. R. S., le dernier survivant des membres fondateurs de la Société, dont il fait l'éloge. — M. James Dewar F. R. S., a déterminé le point d'ébullition et la densité de l'hydrogène liquide. Le point d'ébullition est de $-238^\circ.2$, il a été déterminé au moyen du thermomètre en platine par la méthode des résistances. — MM. J. W. Collie, F. R. S., et W. Lean ont préparé plusieurs acides chloropyridinecarboxyliques en partant du chlorotoluène-carboxylate d'éthyle. Ce corps est obtenu au moyen du pentachlorure de phosphore sur l'oxylutidinecarboxylate d'éthyle.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Lord Playfair. — Le dernier survivant des membres fondateurs de la Société de Chimie de Londres vient de mourir. Lord Playfair était né en 1819, au Bengale, où son père occupait le poste d'Inspecteur général des Hôpitaux. Il commença l'étude de la Chimie à Glasgow, sous la direction du professeur Graham. De là, il se rendit à Giessen, en 1838, où il devint un des meilleurs élèves de Liebig. De retour en Angleterre, il fut d'abord attaché comme chimiste à l'établissement d'impression sur coton de Clitère, puis nommé professeur de Chimie à la « Royal Institution » de Manchester. C'est là qu'il entra en relations avec Dalton et Joule, et qu'il engagea Bunsen à entreprendre des recherches sur les gaz des hauts fourneaux. Playfair fut ensuite attaché à une Commission chargée d'étudier les conditions sanitaires des grandes villes et des districts populeux de l'Angleterre, puis, en récompense de ses services, nommé chimiste du Musée de Géologie pratique. Il prit une grande part à l'organisation de l'Exposition de 1851, en particulier à la classification et à l'arrangement des produits industriels.

En 1856, Playfair succédait à Gregory comme professeur de Chimie à l'Université d'Edimbourg; il y resta treize ans et eut comme assistant un élève qui devait lui faire honneur, James Dewar. Depuis lors, Playfair abandonna plus ou moins la carrière scientifique pour entrer dans la vie politique. Il siégea pendant de longues années au Parlement et fut plusieurs fois ministre; il n'oublia pas néanmoins la science et contribua puissamment au développement de l'instruction technique en Angleterre.

L'œuvre scientifique de Playfair comprend surtout — à côté de quelques travaux sur les acides gras, les nitroprussiates, etc. — les mémoires qu'il fit paraître, en collaboration avec Joule, sur les poids atomiques et la gravité spécifique. Ses lois sur le volume de l'acide et de la base dans les cristaux des sels hydratés sont bien connues des chimistes.

Ferdinand Cohn. — Le 25 juin dernier mourait à Breslau, dans sa soixante-dixième année, l'un des

plus grands botanistes de la seconde moitié de ce siècle : Ferdinand Cohn.

Dès ses jeunes années, Cohn se fit remarquer parmi ceux qui s'occupaient du problème de la vie des plantes et des cellules animales, et jusqu'à la fin ce furent surtout les représentants inférieurs du règne végétal qui attirèrent son attention. Cette recherche de la nature de l'organisme vivant, qui est la note dominante de ses nombreux travaux, se montre déjà dans un de ses premiers mémoires, consacré au *Protococcus fluviatilis*. C'est dans ce mémoire que Cohn fit connaître les principaux arguments sur lesquels il se basait pour démontrer que le protoplasma — reconnu, quelques années auparavant, par Von Mohl comme la substance vivante des plantes — est identique au sarcode, — décrit pour la première fois par Dujardin chez les animaux. Il est singulier que les revendications de Cohn d'avoir le premier établi cette grande généralisation aient été éclipsées par l'œuvre de Brücke et de Max Schultze, quoique les mémoires de ces savants soient postérieurs de plusieurs années à celui de Cohn.

Puis vinrent une série de travaux sur diverses plantes : *Pilobolus*, *Empusa*, *Sphaeroplea*, *Volvox*, etc., qui sont bien connus. Cohn s'intéressait, en même temps, aux problèmes physiologiques; il étudiait les ravages causés par la foudre et les maladies des plantes. Il poursuivit d'importantes recherches sur les bactéries et refusa d'admettre, comme le voulait Nägeli, le pléomorphisme de ces organismes. Les genres qui furent créés à cette époque n'ont pas tous persisté, mais l'existence d'espèces indépendantes, reconnue aussi par de Bary, est aujourd'hui universellement admise. Cohn fonda les *Beiträge zur Wissenschaftliche Botanik*; ce recueil, qui contient une partie de ses mémoires et de nombreuses et importantes recherches faites sous sa direction personnelle, servira à perpétuer sa mémoire parmi les botanistes¹.

§ 2. — Thermodynamique

Cycles des moteurs à combustion. — Dans une note bienveillante, qui occupait cette même place dans

¹ D'après le journal anglais *Nature*, n^o 1499.

un des précédents numéros de la *Revue*, M. Marcel Brillouin relevait une erreur apparente de M. Diesel, que j'aurais omis moi-même de signaler dans mon étude sur le nouveau moteur à combustion. Le savant ingénieur bavarois aurait eu la prétention de faire passer deux adiabatiques par un même point; c'est une inadversité dont M. Diesel et moi nous croyions tous deux incapables! Mais ne serait-ce pas plutôt, de la part de M. Diesel, une affirmation préméditée? En effet, les deux adiabatiques en question sont réellement distinctes, attendu que l'une, l'adiabatique de compression, s'applique à l'air pur, et l'autre, celle de détente, à un mélange brûlé de cet air et des vapeurs combustibles qu'on y a introduites, et que, par suite, le γ de la formule $p\gamma V^\gamma$ diffère notablement dans les deux cas. Un calcul exact en convaincra M. Brillouin, et, s'il doute encore, il trouvera dans le tome II de mon *Traité des Moteurs à gaz* 3^e édition, aux pages 140 à 143, une série des valeurs de γ relevées par les observateurs les plus autorisés. D'ailleurs, les adiabatiques se coupent sur les diagrammes du moteur Diesel, sous un angle très aigu, c'est vrai, mais elles se coupent, et cette constatation tranche le différent.

Dans une seconde partie de sa note, M. Brillouin pose un principe de classification: « Il n'y a pas, dit-il, de cycle type des moteurs à combustion, tandis qu'il y a des cycles types pour les moteurs à explosion. » Ce principe ne jette pas une grande lumière sur l'étude des moteurs; d'ailleurs, l'énoncé ne répond pas bien au développement qui le suit, attendu qu'en disant qu'il y a des cycles types à explosion, M. Brillouin laisse croire qu'il en admet plusieurs.

Le type du moteur à combustion que j'ai envisagé dans ma classification est très nettement défini par ces mots, que la combustion y a lieu à pression constante, alors que, dans le moteur à explosion, elle se produit à volume constant. Les genres sont spécifiés par cette distinction et par les diagrammes correspondants: personne ne les a jamais confondus. Or, c'est le résultat qu'on cherche par les classifications, et, quand il est atteint, on a le droit de les considérer comme bonnes.

Les considérations présentées par M. Brillouin sont d'ailleurs très intéressantes et les lecteurs de la *Revue* ont dû remarquer l'attention accordée à une question de moteurs par un savant maître de conférences de Physique à l'Ecole Normale Supérieure. C'est l'annonce pour nous d'une collaboration précieuse et personnellement très appréciée.

Aimé Witz.

Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.

§ 3. — Chimie

Une nouvelle substance radio-active: le polonium. — On sait que l'uranium et le thorium ont la propriété d'émettre des radiations qui rendent l'air conducteur et qui agissent sur les plaques photographiques. Cette propriété se retrouve dans tous leurs composés, mais elle est d'autant plus affaiblie que la proportion du métal actif dans le composé est elle-même plus faible. L'état physique des substances, la présence d'impuretés, semblent n'avoir que peu d'influence sur le phénomène. Il devient dès lors très probable que, si certains minéraux émettent des radiations plus actives que l'uranium et le thorium, c'est qu'ils renferment une substance plus active que ces métaux.

Or, c'est précisément le cas qui se présente pour la pechblende. M. P. Curie et M^{me} S. Curie ont cherché à isoler, par des réactions chimiques, la substance active de ce minéral, en se guidant par le contrôle de l'activité radiante des produits séparés à chaque opération. La pechblende, dissoute dans les acides, est traitée par l'hydrogène sulfuré; l'uranium et le thorium restent dans la liqueur. Les sulfures précipités renferment une substance très active, en même temps que du plomb, du cuivre, du bismuth, de l'arsenic et de l'antimoine. Ces deux derniers sont enlevés par du sulfure d'ammonium, le plomb par l'acide sulfurique, le cuivre par l'ammoniaque. Finalement, le corps actif reste avec le

bismuth. La séparation exacte de ces deux corps n'a pu être encore effectuée; cependant, au moyen de réactions incomplètes, M. et M^{me} Curie sont parvenus à isoler une substance dont l'activité est environ 400 fois plus grande que celle de l'uranium.

Les auteurs ont recherché si, parmi les corps actuellement connus, il en est d'aussi actifs; aucun ne l'est plus que l'uranium ou le thorium. Ils croient donc que la substance qu'ils ont retirée de la pechblende contient un métal non encore signalé, voisin du bismuth par ses propriétés analytiques; ils proposent de lui donner le nom de *polonium*.

L'étude spectroscopique rapide du nouveau corps n'a permis de distinguer aucune raie caractéristique, mais ce spectre est peut-être composé de lignes très fines et difficiles à apercevoir, comme ceux du thorium, de l'uranium et du tantalum.

Les émaux à haute dilatation à base d'acide borique. — M. Saglio a récemment communiqué à la *Société d'Encouragement* une très intéressante étude sur des émaux à haute dilatation à base d'acide borique. Cette étude avait été entreprise dans le but de trouver un écoulement direct à un produit jusqu'ici peu utilisé, le borate de chaux naturel ou pandermite.

L'acide borique et la chaux de la pandermite contribuent à élever la dilatation des émaux, mais, par contre, ils augmentent la solubilité dans les acides. La difficulté du problème résidait donc dans la réunion de deux qualités qui semblent, d'après cela, contradictoires: haute dilatation et insolubilité. Les essais ont cependant montré que la réalisation d'émaux à hautes dilatations sans sels de plomb et d'une insolubilité très satisfaisante n'est pas impossible.

Pour obtenir de hautes dilatations, l'auteur a opéré comme suit: il a fait, à la pandermite, des additions d'un seul corps d'abord, mais en proportions variées; il a pris, parmi ces mélanges, celui qui donnait la plus haute dilatation, puis il lui a fait d'autres additions pour élever encore la dilatation, et ainsi de suite.

Pour obtenir l'insolubilité, l'auteur a introduit la silice dans ses mélanges, et il a combattu l'infusibilité et l'abaissement de dilatation qu'elle communique à l'émail par l'addition de carbonate de soude.

En résumé, ces essais ont montré: 1^o que la silice, le kaolin, la péralite, le zircon donnent à l'émail de l'infusibilité et de l'insolubilité, mais abaissent la dilatation; 2^o que le phosphate de chaux augmente la dilatation, donne de la viscosité à l'émail en fusion et lui communique une certaine insolubilité; 3^o que la cryolite, le spath-fluor et surtout le rutile qui semble bien fixer l'acide borique augmentent la dilatation et la fluidité de l'émail.

L'acide phosphorique semble donc particulièrement intéressant, puisqu'il paraît réunir en partie la haute dilatation et l'insolubilité.

Voici la composition de quelques-uns des meilleurs émaux étudiés:

1^o Sable (de Fontainebleau), 450; pandermite, 162; carbonate de chaux, 207; carbonate de soude, 305; phosphate tricalcique, 100. Dilatation: 1.058×10^{-5} ; solubilité, 0,55.

2^o Mêmes proportions que le précédent, le phosphate étant remplacé par du zircon. Dilatation: 940×10^{-5} ; solubilité, 0,46.

3^o Pandermite, 30; cryolithe, 20; feldspath, 50. Dilatation: 1055×10^{-5} ; solubilité, 0,77.

§ 4. — Sciences naturelles

Les nouvelles galeries du Muséum d'Histoire Naturelle. — Les nouvelles galeries, inaugurées le 21 juillet dernier, complètent de la façon la plus heureuse les collections installées, il y a quelques années, dans le monument bâti par M. André. Elles sont renfermées dans un bâtiment d'une centaine de mètres de longueur, qui s'élève, au voisinage de la

place Valhubert, le long de la rue de Buffon; la partie actuellement éditée ne représente que la moitié des constructions projetées; dès maintenant, celles-ci sont insuffisantes, car les vitrines sont courbées et un nombre déjà considérable de pièces ont dû être laissées dans les magasins.

Le bâtiment de la rue de Buffon ne comprend qu'un rez-de-chaussée et un étage. Le rez-de-chaussée est réservé à l'Anatomie comparée; le premier étage, à la Paléontologie; les collections anthropologiques sont installées dans un long balcon qui fait le tour de la galerie du premier étage, ainsi que dans deux salles annexes situées au-dessus du vestibule. Les trois services disposent, en outre, de vastes magasins aménagés dans le sous-sol et d'un amphithéâtre pour les cours.

L'ensemble des constructions a un aspect luxueux; tous les matériaux utilisés sont d'une beauté remarquable et les murailles sont surchargées de sculptures.

L'aménagement scientifique mérite de nous arrêter plus longtemps, car il constitue un progrès important au point de vue de la Muséologie scientifique; d'ailleurs les Professeurs Gaudry, Hamy et Filhol n'ont eu qu'un but : rendre accessibles à tous les collections confiées à leurs soins; aussi, les trois galeries, malgré leur cachet très spécial, présentent-elles une unité remarquable.

Anatomie comparée. — Je n'essaierai pas d'indiquer, même d'une façon sommaire, la composition des collections anatomiques; le nombre des pièces ne le permet pas; je me bornerai à rappeler que beaucoup d'entre elles ont une valeur considérable, car ce sont les types mêmes qui ont servi aux Maîtres de la Biologie pour leur description. Mais ce qu'il convient surtout de mettre en lumière, c'est le plan qu'a suivi M. Filhol¹ dans l'organisation scientifique du Musée.

Le Professeur du Muséum a eu pour constante préoccupation de faire de sa collection une sorte d'Atlas modèle où se trouverait résumée l'histoire des divers appareils anatomiques; c'est pourquoi l'étiquetage a été l'objet de soins précieux; chaque préparation est munie d'une courte notice fournissant tous les renseignements nécessaires sur son origine et sa signification; en outre, chacune des parties qui la composent porte une étiquette sur laquelle est inscrit son nom; par conséquent, le visiteur est rapidement éclairé sur la nature de la pièce ainsi que sur la nomenclature des organes. Pour les pièces sèches, les indications sont collées directement aux points correspondants; pour les préparations bocalisées, les étiquettes sont disposées sur la face extérieure du bocal ou encore à l'intérieur. Ainsi présentées, nombre de dissections constituent de véritables planches d'Anatomie comparée, qu'on ne trouverait pas toujours dans les mémoires originaux et qui, en tous cas, font défaut dans la plupart des traités classiques.

La salle qui renferme la collection anatomique est munie d'une vitrine faisant tout le tour des murs; la moitié de gauche (en entrant) est consacrée à l'ostéologie, l'autre à la splanchologie. La partie libre est partagée en deux par un passage transversal; près de l'entrée on a disposé des squelettes des Vertébrés; les Cétacés sont fort artistement groupés dans le fond de la salle.

Toutes ces pièces sont remarquablement montées et, dès le seuil, le regard est favorablement impressionné; d'autre part, le choix des matériaux utilisés (verre et métal) donne à la galerie un aspect clair et riant, qui séduit.

Paléontologie. — On retrouve des qualités analogues dans la salle réservée à la Paléontologie sans que, pour cela, son originalité en souffre; cette galerie constitue en quelque sorte l'illustration des « Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques »; tout y a été conçu d'après cette pensée directrice.

Pour la commodité des études, on a réparti les fossiles suivant les divisions stratigraphiques actuellement admises; mais, afin de rendre ces collections plus instructives, les Etres y sont groupés suivant leurs affinités. L'art avec lequel sont présentés ces vestiges des faunes passées, la méthode suivant laquelle ceux-ci sont rangés donnent à la galerie de Paléontologie une allure majestueuse.

Ces préoccupations esthétiques ne nuisent en rien aux exigences scientifiques; en effet, si on examine en détail l'agencement des pièces, on constate que les moindres détails ont été l'objet de soins minutieux; les petits échantillons sont montés sur un support en fils de cuivre tordus, fixé sur un carton portant le nom du genre et de l'espèce ainsi que la localité d'origine; les grandes pièces ont été aussi soigneusement préparées; on s'est efforcé de réduire le montage au strict minimum et de le rendre le moins visible possible; pour chacun des plus beaux échantillons, une longue notice fournit au visiteur une série de renseignements intéressants.

Par le nombre et par la valeur des échantillons qu'elle renferme, par le soin avec lequel ceux-ci ont été préparés, la galerie de Paléontologie du Muséum peut rivaliser avec les plus célèbres collections européennes; pour ce qui est des Mammifères, on peut affirmer que nulle part il n'existe de séries aussi importantes. Aussi doit-on reconnaître que M. le Professeur A. Gaudry et son assistant M. Boule ont pleinement réussi dans la tâche qu'ils s'étaient imposée: en sortant de la galerie de Paléontologie, on a la vision de la magnificence de la vie et de la diversité des formes organiques aux temps géologiques.

Anthropologie. — En raison de sa nature, l'installation de la galerie d'Anthropologie présentait de graves difficultés; en effet les collections de crânes, d'os séparés, etc..., présentent un aspect assez monotone; néanmoins, M. le Professeur Hamy est parvenu, avec son assistant le Dr Verneau, à éviter cet écueil en disposant habilement des documents variés (dessins, plâtres, etc.); de cette façon, les organisateurs ont pu donner aux collections un aspect très artistique, sans que la classification en souffre. Malgré le peu d'espace disponible, M. Hamy a logé dans les vitrines des spécimens de la plupart des groupes humains; ceux-ci se suivent dans l'ordre le plus rigoureux, en commençant par les races fossiles. Chaque famille humaine est représentée par tout ce qui permet de se rendre compte de ses caractères physiques. En effet, à côté des pièces squelettiques, on a fait figurer des portraits, des bustes, des troncs, des membres moulés sur nature, parfois même des individus entiers; enfin, dans certains cas, cet ensemble est complété par des échantillons de cheveux, des trophées, des momies, etc...

En raison de la multiplicité des types, je ne puis même pas songer à énumérer les pièces les plus rares; je me contenterai de signaler quelques séries particulièrement intéressantes, telles que la collection archéologique formée par le marquis de Vibraye et dont les spécimens ont été reproduits dans tous les ouvrages classiques, la série d'anthropologie anatomique, etc...

Cette dernière mérite une mention spéciale, car elle est appelée à rendre de grands services aux anthropologistes; on sait, en effet, combien il est difficile parfois de distinguer la nature des variations et de faire la part de ce qui revient au sexe, à l'individu, ou à la race; en particulier, lorsqu'on se trouve en présence d'un crâne à type exceptionnel, on est fort embarrassé pour décider s'il s'agit de caractères ethniques ou d'anomalies individuelles; or, pour résoudre une question de ce genre, il est nécessaire de connaître les anomalies qui peuvent s'observer dans les diverses races; on se rend ainsi compte de l'utilité de cette nouvelle création. Cette collection conduisait tout naturellement à la pathologie comparée, qui forme aussi une collection intéressante.

Ces quelques indications suffiront, je l'espère tout

¹ L'organisation de la galerie a été effectuée avec le concours des deux assistants de la chaire, MM. Gervais et Beauregard.

au moins, à montrer les services que peut rendre la nouvelle galerie d'Anthropologie.

Dans les conditions où elles sont présentées au public, les collections récemment inaugurées comblent une véritable lacune dans l'enseignement des Sciences biologiques; l'Administration du Muséum donne ainsi une nouvelle preuve de sa sollicitude pour les études d'Histoire naturelle; elle montre, en même temps, que le souci des collections qui leur sont confiées ne fait pas oublier aux Professeurs les intérêts de l'Enseignement.

Auguste Pettit,

Attaché à la Chaire d'Anatomie comparée.

Association des Anatomistes — Un certain nombre d'anatomistes, — parmi lesquels nous signalons MM. Arloing, Balbiani, Beauregard, Bouchard, Chauveau, Cornil, Delage, Duval, Guignard, Henneguy, Phisalix, Prenant, Ranvier, etc., — regrettant l'isolement dans lequel se trouvent, en notre pays, tous ceux qui s'occupent de Cytologie, d'Histologie, d'Embryologie, d'Anatomie humaine et comparée, d'Anthropologie, viennent de se grouper pour former une *Association des Anatomistes*.

Dans l'idée des organisateurs, voici comment fonctionnerait l'Association : Elle se réunirait une fois l'an dans un centre universitaire; la réunion durerait plusieurs jours. Après la rédaction des statuts et la nomination du bureau, on s'assemblerait dans une salle ou un amphithéâtre pour faire des communications et discuter, et aussi dans un laboratoire voisin pour faire des démonstrations sur des pièces macroscopiques et microscopiques. Les anatomistes présents, Français ou étrangers, auraient ainsi sous la main tous les éléments nécessaires pour exposer leurs travaux et chercher à se convaincre réciproquement. La *Bibliographie anatomique* publierait les comptes rendus des séances.

Nous espérons que ce groupement rencontrera, auprès des anatomistes français, l'accueil qui lui mérite. Des Sociétés analogues prospèrent en Angleterre, en Amérique, en Allemagne. L'*Anatomische Gesellschaft*, en particulier, par le nombre des étrangers qu'elle renferme, est devenue en quelque sorte internationale; mais des raisons d'éloignement empêchent la plupart de nos compatriotes d'assister à ses réunions. Ils saisiront donc avec empressement l'occasion qui leur est offerte de se retrouver chaque année avec leurs confrères dans un centre universitaire français.

Les adhésions sont reçues par M. Nicolas, professeur à la Faculté de Médecine de Nancy, ou M. Laguesse, professeur à la Faculté de Médecine de Lille.

§ 3. — Hygiène publique

La protection des eaux potables naturelles. — Dans une magistrale étude des eaux du département de Meurthe-et-Moselle considérées au point de vue hygiénique, M. le Dr Imbeaux, chef du Service municipal d'Hygiène de Nancy, a montré l'influence considérable des conditions géologiques sur le développement des maladies épidémiques par le seul fait de la plus ou moins bonne qualité des nappes aquifères contenues dans le sol¹. Cette étude, faite sur une contrée très accidentée, peut s'appliquer partout et donner d'utiles indications pour la recherche des eaux potables, et sur les moyens propres à assurer d'une façon efficace la protection des puits et des sources; car, ainsi que M. le Dr A.-J. Martin l'écrivait dans son Rapport sur le concours des procédés de filtration organisé à Paris en 1896, « la véritable épuration de l'eau de boisson consiste dans l'approvisionnement en

eau de sources ». Or, les sources ont pour origine les eaux de pluie, des fontes de neiges, s'infiltrant à travers le sol jusqu'à la rencontre de couches imperméables argileuses où elles s'accumulent; sous la double action de la pesanteur et des phénomènes capillaires, elles cheminent en suivant les pentes, formant de petits filets bientôt groupés en un flot destiné à jaillir de terre : la source est créée, en contre-bas des terrains drainés. Les eaux ainsi collectées sont-elles bonnes au même degré et doit-on les consommer sans contrôle? Comment peuvent-elles se trouver polluées et de quelle façon y remédier? Tels sont les problèmes que M. Imbeaux a résolus à l'aide des données fournies par la Géologie et l'Hydrologie du sol, qui nous renseignent sur la puissance des nappes liquides, par l'analyse chimique et bactériologique qui établit la valeur hygiénique de celles-ci, et enfin par la statistique des épidémies ayant ravagé ces régions, preuves évidentes des pollutions.

Le filtre naturel est plus ou moins bon; aussi, a-t-on trouvé en un grand nombre de sources des germes pathogènes, entre autres le coli-bacille. Naturellement, cette altération provient non des profondeurs de la terre, mais de la surface; la qualité de l'eau dépend de la nature et de la puissance des couches traversées, mais aussi beaucoup de l'intensité des causes de pollutions superficielles.

Parmi les terrains de la région vosgienne, les meilleurs filtres sont constitués, même sous une faible épaisseur, par les grès vosgiens, infra et médio-liasiques, du Luxembourg; l'eau y est pure, presque aseptique. Le calcaire demande, pour donner de bons résultats, des couches épaisses, dans ce cas seulement l'eau qu'on y trouve est pure; mais pour les lits peu profonds, souvent fissurés par de nombreuses fentes remplies de matériaux poreux, les eaux doivent être tenues, en général, comme suspectes; il en est de même dans les alluvions à gros sable; l'analyse indique alors, après chaque averse, un accroissement du nombre des germes, preuve d'une filtration ou mieux d'un passage trop rapide.

L'altération ayant une origine tout extérieure, il est facile de sauvegarder la santé des habitants en faisant usage de ces nappes; la mesure la plus efficace consiste à protéger la surface par un périmètre déclaré d'utilité publique, à l'intérieur duquel il sera défendu de répandre des engrais, fumiers, gadoues, etc. La loi de 1893 protège bien, dans ce sens, les sources aux environs de leur point d'affleurement; cette mesure légale devrait être étendue aux zones drainées par les nappes aqueuses, aux éboulis sous lesquels passent les filets liquides allant de la source géologique à la source réelle et aux alluvions. Les communes doivent garder, avec un soin jaloux, la pureté de leur boisson et ne pas craindre d'entourer leurs sources d'un excès de protection; souvent, l'eau jaillit pure; mais, par défaut de soin, d'entretien, les habitants se condamnent à user d'une eau contaminée. Naturellement, dans les villes, dans l'intérieur des villages, de semblables zones protectrices ne peuvent être établies; les nappes souterraines, en contact direct avec les infiltrations des fosses ou égouts, sont dangereuses; toutes les aménées d'eau doivent provenir du dehors, en des points en pleine campagne, loin de toute agglomération.

L'amélioration de l'eau de boisson s'obtiendra en supprimant les puits, toujours mauvais, en amenant l'eau pure extraite des nappes profondes et en protégeant soigneusement les sources et nappes douteuses quand la nécessité force les hommes à s'en servir. L'étude de M. Imbeaux demande à être étendue à toute la France, et les efforts nécessités par un tel travail seront couronnés par l'impossibilité du retour des terribles épidémies cholériques et typhiques.

M. Molinié.

¹ DR IMBEAUX : Les Eaux potables et leur rôle hygiénique dans le département de Meurthe-et-Moselle, un vol. de texte et un atlas. Nancy. Imprimerie Nancéienne, 1897.

LE RÔLE DES PRINCIPES DANS LES SCIENCES PHYSIQUES

Il est inutile de discuter les méthodes que les physiciens emploient pour découvrir des faits nouveaux, parce que, toutes réserves faites sur les règles immuables d'un bon raisonnement, règles qu'ils appliquent d'instinct, ils se laissent guider par des considérations qui varient selon leur tempérament. Les uns se font une idée matérielle des phénomènes, se construisent réellement ou en imagination des schémas et déduisent par analogie des conséquences qu'ils vérifient. Les autres préfèrent se représenter les faits sous des symboles algébriques. Peu importe, s'il en résulte un soupçon de quelque vérité, que l'expérience n'a plus qu'à confirmer.

Mais les découvertes une fois accomplies, reste à les relier et à les présenter sous la forme la plus simple. C'est alors qu'interviennent des propositions que l'on énonce sous la rubrique de *principes*. De la façon dont on les considère, il résulte des états d'esprit différents, des manières diverses de procéder dans l'exposé de la science, des méthodes pédagogiques opposées. A voir le désarroi qui règne dans nombre de livres destinés à l'enseignement supérieur, on peut douter si les auteurs ont apporté à la méditation de ces questions un temps suffisant.

Quel rôle jouent les principes ? Jusqu'à quel point la démonstration de ces principes est-elle possible ? Quel degré de certitude offrent-ils ? Autant de problèmes dont la solution est d'une importance philosophique autant que pratique.

Et, en effet, du rôle qu'on assigne à ces principes se déduit une méthode pédagogique nécessaire.

Dieu sait combien on se plaint des programmes, et il est de bon ton de dauber sur l'Université qui n'en peut mais. Pour les Facultés, chacun de nous fait son programme, et tant vaut l'homme, tant vaut le programme ; pour les lycées, les programmes ne signifient rien et je défie qui que ce soit d'y changer une lettre. C'est l'esprit de l'enseignement qu'il faudrait modifier. Enfin, tout le monde sait que l'enseignement dans les classes spéciales est faussé par les programmes d'admission à l'Ecole Polytechnique, dont l'Université n'est pas responsable.

Ce qui n'empêche pas chacun de proposer quelque panacée. Une des plus agréables imaginations consiste à faire élaborer les programmes par des officiers, des ingénieurs et des constructeurs de ponts — ce qui revient à poser en principe que les professeurs de métier n'y entendent rien. Sur l'in-

compétence notoire des professeurs à professer, il n'y a qu'à passer condamnation : en tous cas, ce n'est pas à eux de se défendre. Je voudrais seulement qu'on élevât un peu le débat : quand on sera d'accord sur le but qu'on se propose d'atteindre, ce qu'on devra enseigner et la manière de l'enseigner iront d'eux-mêmes. Il y a des règles pour exposer les questions, et c'est une des branches les plus délicates de la logique.

1

Il existe principalement deux manières d'enseigner : la méthode historique et la méthode dogmatique. La première consiste à montrer comment les idées se sont faites, comment elles ont pris une sorte d'existence réelle, comment une simple généralisation est devenue peu à peu un principe incontestable, qu'on admet pour ainsi dire intuitivement et qui sert d'outil pour la découverte de nouvelles vérités ; comment les idées, une fois formées, se transmettent par une sorte d'hérédité, de manière que tout le monde croit à une époque ce que tout le monde contestait cinquante ans avant. Corrélativement, cette méthode expose et discute au fur et à mesure les expériences qui ont soutenu ces idées, fait l'histoire des tâtonnements et des efforts des savants dans leurs laboratoires. Pour être complète, elle ne doit pas négliger les réactions de la philosophie sur les théories scientifiques. C'est, en somme, à un certain point de vue, l'histoire générale de l'esprit humain qu'elle entreprend. Loin de moi de contester la beauté de cette tâche et l'importance de ces connaissances. Mais il s'agit de savoir non pas si la méthode est belle, mais bien si elle est applicable.

Il est certain que celui qui possède déjà suffisamment la science telle qu'elle est, développe et grandit son esprit par la contemplation de la science telle qu'elle était : il est non moins manifeste qu'il n'en est pas de même de celui qui débute.

La méthode historique est laborieuse à l'infini et dangereuse ; car prétendre faire recommencer au débutant la longue route que les hommes ont parcourue, — sans lui faire grâce de leurs faux pas, — c'est préjuger chez lui une capacité intellectuelle et une santé d'esprit dont sont à peine capables ceux dont c'est l'occupation ou le métier de contempler la vérité et l'erreur sous toutes leurs faces, et qui finissent par jouir du spectacle des hésitations de l'esprit humain, autant que de ses plus

brillantes découvertes. Or, on étudie une science pour la savoir, pour l'appliquer; — le dilettantisme ne vient qu'après.

Je ne conteste pas l'intérêt qu'il y aurait à forcer les futurs savants à étudier l'histoire de tel point particulier de la science; par exemple, à se rendre compte par eux-mêmes de la manière dont se sont constituées les idées chimiques modernes. Malheureusement ils seraient tentés de lire un ouvrage de seconde main et le bénéfice de leur travail serait à peu près nul. On l'a bien vu, quand les programmes d'agrégation imposaient la lecture détaillée de deux ou trois mémoires déterminés.

Toutefois, c'est par un sentiment théoriquement très louable que les savants qui ont rédigé les programmes d'étude de 1891 pour l'enseignement secondaire, recommandent aux professeurs de sciences physiques d'exposer l'historique des questions. En fait, le conseil était platonique, l'histoire des sciences étant généralement ignorée, à moins quelle ne consiste à débiter les anecdotes connues sur la lampe de Galilée et l'inconvenance d'Archimède.

Mais c'était, à un certain point de vue, une étrange aberration, parce que cela impliquait une conception fautive, à notre sens, du rôle éducatif des sciences expérimentales dans les lycées : c'était recommander sous couvert de Physique ou de Chimie, un cours de psychologie et de logique historiques, avec des développements nécessaires sur l'industrie et les procédés de fabrication aux différentes époques, etc... Or, en se plaçant à un point de vue tout à fait utilitaire, — qu'on veuille que déjà dans les lycées les sciences expérimentales soient enseignées uniquement pour leurs applications; — en se plaçant à un point de vue plus relevé, qu'on veuille donner aux enfants l'idée de ce que doit être la connaissance positive : — de toute manière, le professeur de sciences physiques a suffisamment besoin en parlant de ce qu'on sait ou croit être la vérité, sans parler de ce qu'on a cru qu'elle était. Je cherche à faire comprendre par cet exemple, qu'il est vain de crier contre les programmes et qu'il serait non moins vain de convoquer un sénat de négociants et d'industriels pour leur demander leur avis sur lesdits programmes, puisque les mêmes programmes peuvent être interprétés de manières si différentes. Ce serait plutôt un sénat de philosophes qu'il serait convenable de réunir. — Ce n'est pas tout à fait la même chose.

• 11

Si, pour toutes ces raisons, on nous accorde que la méthode historique d'exposition des sciences expérimentales est pratiquement impossible et

dangereuse, vu sa longueur, vu la souplesse d'esprit qu'elle exige chez l'étudiant, la méthode dogmatique se trouve dès lors imposée. Les principes y jouent un rôle fondamental. Tâchons de les définir et surtout de préciser en quoi ils diffèrent d'une loi expérimentale.

Les principes sont des postulats n'ayant pas la nécessité des postulats logiques; ce sont des axiomes dont on ne discute pas la vérité, non parce qu'elle est incontestable, mais bien en vertu d'une convention tacite, d'une sorte d'entente générale de tous les savants d'une époque. Il est bien clair qu'on a de bonnes raisons pour les déclarer inviolables — au moins pour l'instant; il est non moins certain que, malgré cela, ce sont peut-être des erreurs — la triste histoire du principe du travail maximum est un argument sans réplique.

Ce n'est pas de but en blanc, mais par un lent développement, par des généralisations successives que se forment les principes. Quand on étudie leur évolution, on trouve d'abord au début de simples résultats d'expériences particulières; puis des lois qui englobent un nombre de plus en plus considérable de faits, enfin le principe dont la généralité dépasse les lois expérimentales qui ont amené sa découverte. La loi est donc le résumé des expériences, la formule qui les exprime; — le principe résume un certain nombre de lois, mais en renferme beaucoup d'autres actuellement inconnues.

Conclure des faits une loi qui les contient, c'est ce que les philosophes appellent induction; étendre cette loi à des phénomènes différents et même à découvrir, c'est une opération infiniment plus ardue, plus belle et plus utile. Elle crée le principe, elle est une sorte d'induction du second ordre. La loi sert pour le passé; elle traduit la masse des expériences faites, mais rien de plus; le principe sert pour l'avenir, il prévoit les expériences à faire et donne à l'avance la raison de leurs résultats.

Pour fixer le rôle des principes et leur mode de développement, il est plus clair de prendre des exemples : la Mécanique nous en fournit de merveilleux. Suivons donc le développement historique de ses principes, depuis l'époque où ils apparaissent tous en voie de formation, c'est-à-dire depuis les premières années du dix-septième siècle.

Voici le bilan de la Mécanique à cette date : en Statique on connaît, et cela depuis Archimède, le principe du levier; depuis Stevin, on en possède un autre absolument équivalent, celui de la composition des forces ou du parallélogramme; en Dynamique, on ne sait rien. C'est alors, en 1602, que Galilée énonce les lois de la chute verticale des corps; — en 1639, il complète sa découverte, en remarquant que l'accélération dans la chute le long d'un plan incliné est à l'accélération verticale précisément dans le

même rapport que la force qu'il faut pour soutenir un corps sur le plan incliné est au poids de ce corps. Il applique à la Dynamique le principe connu de la décomposition des forces en Statique.

Ce ne sont là que des lois expérimentales : mais Galilée affirme de plus « que ce qui a une fois commencé à se mouvoir continue à se mouvoir de soi-même sans être poussé de nouveau... par conséquent, un corps se mouvrait indéfiniment dans le vide ». C'est le principe de l'inertie tel que l'énonce Descartes. Or, qu'on le remarque, ce n'est plus là une loi expérimentale, puisque toutes les expériences l'infirmement apparemment : c'est un véritable postulat.

Il était réservé à Descartes de partager la gloire de Galilée en énonçant un autre principe fondamental. De cette supposition de l'inertie de la matière, il déduit, en 1629, la nécessité de la loi de la chute des corps. Mais, en 1632, il fait part au Père Mersenne des doutes qui lui sont venus au sujet de cette démonstration. Avec une grande sagacité, il remarque qu'elle implique non seulement l'inertie de la matière, mais encore l'indépendance de l'action de la pesanteur sur la matière, et du mouvement que celle-ci possède. « Dans ce que je vous avais précédemment mandé au sujet de la chute d'une pierre, dit-il, je ne suppose pas seulement le vide, mais aussi que la force qui faisait mouvoir cette pierre agissait toujours également... » et bien que cette constatation l'étonne et aille jusqu'à le faire douter de l'exactitude des expériences de Galilée, le principe n'en est pas moins posé et ensuite accepté par tous ses successeurs.

De sorte qu'on peut soutenir qu'en 1630, après que Galilée a généralisé sa loi de la chute des corps, la Mécanique est complètement créée. Il manquait l'énoncé du principe de l'action et de la réaction ; mais tout le monde l'appliquait sans le dire. Il faudra des hommes comme Huyghens, Newton, Bernoulli, Euler, d'Alembert, pour tirer des principes ce qu'ils contiennent ; quant à une idée nouvelle, il n'y en a pas. Si quelques résultats de calcul étaient mal interprétés, ce n'était pas la faute des principes : ils n'avaient rien à voir, par exemple, dans les fameuses discussions sur la force des corps.

Une remarque en passant. Que penserait-on aujourd'hui de l'exigence d'un contemporain de Descartes et de Galilée, qui leur aurait demandé la démonstration des principes qu'ils énonçaient et d'où devait sortir la Mécanique entière ? Je ne veux pas dire qu'on ne l'a pas fait : j'ajoute que cela ne les a pas le moins du monde embarrassés. Descartes a invoqué l'immutabilité de Dieu et Galilée la simplicité des lois de la Nature. Mais, avec le recul de l'histoire, de quelle valeur pensons-nous

qu'étaient ces démonstrations ? Nous pouvons répondre, sans les lire, que si les principes contenaient implicitement tant de vérités inconnues, les démonstrations ne valaient rien. Je retiens cette constatation pour les discussions qu'on trouvera plus loin. A côté des principes que nous venons d'énumérer et dont le développement suffisait pour que la Mécanique devint ce qu'elle était à la fin du siècle dernier, une proposition faisait tout doucement son chemin dans le monde, chemin fort raboteux, mais qui devait la conduire aux plus hautes destinées. Elle deviendra peu à peu le principe du travail virtuel. Elle pouvait alors aussi bien être considérée comme une conséquence des principes que nous connaissons : elle n'apprenait rien de plus. Pour l'équilibre, disait Galilée, les forces sont en raison inverse de la vitesse des déplacements de leurs points d'application. Déjà Descartes, dont la divination est prodigieuse, reconnaît que cet énoncé, analytiquement exact, est philosophiquement faux. Pour lui, c'est le déplacement qu'il faut considérer. En 1638, il écrit au Père Mersenne avec cette brutalité qui est une de ses caractéristiques : « Pour ceux qui disent que je devais considérer la vitesse, comme Galilée, plutôt que l'espace pour rendre raison des machines, je crois, entre nous, que ce sont des gens qui n'en parlent que par fantaisie, sans entendre cette matière. »

La proposition des vitesses virtuelles, analytiquement exacte et toujours reconnue telle, a induit en erreur tout le *xviii^e* siècle et une partie du *xviii^e* siècle sur le rôle des machines, malgré ce qu'en avait dit Descartes. En 1703, par exemple, Amontons reproche aux machinistes de ne pas savoir calculer avec assez d'exactitude les temps que mettent les diverses « puissances » à se mouvoir : il croit bon de les déterminer et il en donne un tableau qui montre qu'effectivement il n'entendait pas cette matière.

Il dit d'abord en combien de temps parcouraient 70 toises des porte-chaises chargés, des chevaux au pas et au trot tirant des charrettes ou des carrosses ; — dans ces divers exemples, il n'y a à proprement parler d'autre travail accompli que l'usure des muscles et les forces de frottement vaincues. Enfin, il cite ce seul et unique cas où véritablement intervient le travail : un homme de 133 livres qui montait à la hauteur de 10 toises 2 pieds dans un escalier en 34 secondes et était hors d'haleine et hors d'état de continuer. Expérience qui est encore un contre-sens, puisque ce n'est pas le travail dépensé, mais la rapidité de l'allure qui a essoufflé l'homme. Tout ceci pour prouver qu'une proposition peut être analytiquement exacte et nuire au progrès. Peu à peu cepen-

dant, après les travaux de Leibnitz et les fameuses discussions sur le travail des corps en mouvement, entre ce philosophe et Clarke, l'élève assez intelligent de Newton, on commence à comprendre l'importance de ce produit « force multipliée par déplacement » que Descartes avait signalée. De la proposition des vitesses virtuelles, se dégage le principe du travail virtuel, jusqu'à ce qu'enfin Lagrange, le substituant comme plus commode aux autres méthodes, en fasse une sorte de machine à résoudre les problèmes.

Il nous reste à montrer comment, après Lagrange, le principe, que personne ne songeait alors à considérer comme supérieur aux autres, prit sur eux une avance énorme et est en train de les faire complètement abandonner, malgré l'opposition systématique de ceux qui voudraient tout expliquer. Mais la nécessité de l'évolution est contre eux et, comme disait Descartes, ils y mettent un peu de fantaisie. Les considérations qui suivent s'appliquent, bien entendu, à tous les principes : il s'agit donc en général de la hiérarchie des principes.

III

La supériorité du principe du travail virtuel consiste en ce qu'il est plus général, plus fécond et partant plus mystérieux ; — ce mystère ne réside pas dans l'énoncé qui est clair et facile à appliquer, — mais dans ce qu'on sent qu'il contient et dans tout l'inconnu qui en sortira. Ici, je heurte tant de préjugés que je supplie le lecteur de me donner créance pour quelques instants. Prétendre qu'un principe est supérieur parce qu'il est mystérieux, ressemble fort à une mauvaise plaisanterie : c'est pourtant incontestable.

Tout le monde sait en quoi consiste ce fameux principe : il additionne les travaux de toutes les forces qui agissent sur le système considéré, y compris les forces d'inertie et dit que cette somme est nulle pour tout déplacement du système : ce qui revient analytiquement à additionner des termes de la forme Fdf représentant chacun un travail et à évaluer la somme à zéro.

Voici son originalité, originalité que Lagrange lui-même ne pouvait prévoir — car ce développement nouveau du principe est contemporain de la découverte du principe, d'ailleurs distinct, de la conservation de l'énergie. C'est qu'on ne s'inquiète plus de savoir si F est une force, f un déplacement ; si F est un couple, f un angle ; — peu importe, f est une variable quelconque, F est par définition la force suivant cette variable ; — c'est le facteur par lequel il faut multiplier la variation de la variable pour obtenir le travail élémentaire correspondant. Or ce *déplacement virtuel* peut être une

élévation de température, un changement d'état. Il y a là tout autre chose que le principe du parallélogramme des forces et la proportionnalité de la mesure statique des forces à l'accélération qu'elles produisent. Remarquons-le bien ; ce n'est pas par sa commodité, son rôle de machine que le principe est logiquement supérieur ; ce n'est pas parce que les liaisons peuvent y être traitées ou négligées selon le gré du mécanicien ; — sans utiliser le principe du travail virtuel, depuis Huyghens, on assimilait les liaisons à des forces qu'on savait parfaitement bien éliminer ensuite des équations ; — le soi-disant principe de d'Alembert, qui n'apprit absolument rien de nouveau, ne fit que systématiser des règles qu'on connaissait depuis fort longtemps. Le principe du travail virtuel est supérieur, parce qu'il permet de ne pas expliciter les deux facteurs qui entrent dans l'expression d'un travail. Il faut insister sur ce point, puisqu'aussi bien le seul maintien dans les traités de la dénomination « principe des vitesses virtuelles », montre que ce n'est pas inutile. Pourquoi ne pas dire « principe du travail virtuel » ?

Est-il bien nécessaire, après que Lagrange a montré la puissance dudit principe, d'affirmer une fois de plus qu'il peut tout ce dont sont capables les principes de la Mécanique qu'on lui pourrait substituer ?

Quelques savants, même parmi les plus illustres, semblent croire cependant que le principe ne peut entrer dans certains détails et ne suffit pas à satisfaire la curiosité des mécaniciens. Leur argumentation est curieuse. Le principe, disent-ils, consiste à additionner une somme de travaux ; donc, les forces qui n'en produisent pas lorsqu'on impose au système des mouvements compatibles avec les liaisons, n'interviennent pas dans l'application du principe : généralement, les liaisons sont dans ce cas. Par exemple, une corde passe sur une poulie et supporte des poids ; si nous supposons la corde inextensible, le principe ne permet pas de calculer la tension aux différents points de cette corde.

L'argumentation est moins solide qu'ingénieuse.

Est-il bien utile de faire remarquer que les liaisons sont ce que nous voulons qu'elles soient ; que, si nous désirons entrer au fond des choses, il n'y a pas de liaisons rigides et que, par conséquent, toutes travaillent ; que, par conséquent, le principe du travail leur est applicable ; que, si même nous les voulons admettre en fait absolument rigides, nous les pouvons remplacer pour le calcul par des liaisons non rigides, au moyen desquelles nous calculerons les forces des liaisons. Mais tout cela est inutile, puisque nous pouvons répondre à ces attaques que le principe du parallélogramme est incontestablement inclus dans celui

du travail virtuel; et que, par conséquent, s'il nous paraît incommode d'appliquer directement le dernier, nous n'avons qu'à en déduire préalablement le principe du parallélogramme ou du levier.

Ceci dit, plaçons-nous d'abord au point de vue des mécaniciens purs; il est entendu que, pour eux, la Mécanique ne doit pas s'occuper de Thermodynamique; il leur faut voir des forces et les points d'application de ces forces: leur idéal ne va pas au delà. Sans être vraiment trop exigeant, on pourrait leur tenir le raisonnement suivant: les principes du parallélogramme et de l'accélération d'une part, et le principe du travail virtuel de l'autre, sont mécaniquement équivalents. Or, les physiciens ne peuvent utiliser que le second. De grâce, ne leur mettez pas de bâtons dans les roues et accordez-leur l'emploi habituel, au moins dans l'enseignement, de ce principe qu'ils jugent indispensable. Si le lecteur croit que l'on attendrit par de si douces prières le cœur des mécaniciens, c'est qu'il ne les connaît pas.

Voici comment Poinsoot s'exprime au début du mémoire: *Sur l'équilibre et le mouvement des systèmes*. Cette citation est longue, mais utile pour marquer un état d'esprit; elle nous servira d'ailleurs plus tard. Il s'agit de la Mécanique de Lagrange:

« Ce fut une heureuse idée de partir sur-le-champ du principe des vitesses virtuelles comme d'un axiome... On franchit par là toutes les difficultés de la Mécanique... On ne fut d'abord attentif qu'à considérer ce beau développement de la Mécanique, qui semblait sortir tout entière d'une seule et même formule; on crut, naturellement, que la science était faite et qu'il ne restait plus qu'à chercher la démonstration du principe des vitesses virtuelles. Mais cette recherche ramena toutes les difficultés qu'on avait franchies par le principe même. Cette loi si générale, où se mêlent des idées vagues et étrangères de mouvements infiniment petits et de perturbation d'équilibre, ne fit, en quelque sorte, que s'obscurcir à l'examen. »

Ici, je proteste; les principes contiennent du mystère et c'est de là qu'ils tirent leur utilité pour l'avenir; ils sont, par cela même, indémonstrables; nous reviendrons sur ce point. Mais, leur énoncé doit être clair, et je suppose qu'il ne s'agit pas de l'énoncé, quand Poinsoot avance qu'il y a du vague dans le principe; mais, quand il prétend que ces idées de mouvements infiniment petits sont étrangères à la question, il se fait de la Statique une idée mesquine que d'Alembert aurait repoussée, lui qui basait la Statique sur la Dynamique. Poinsoot continue:

« Une démonstration générale du principe des vitesses virtuelles devrait, au fond, revenir à établir la Mécanique entière sur une autre base... Chercher à le démontrer pour l'heureux usage qu'on en a fait, c'est chercher à s'en passer pour cet usage même... »

— jusqu'ici nous sommes d'accord —

soit en trouvant une autre loi aussi féconde, mais plus claire,...

— nous montrerons plus loin que la clarté, non celle de l'énoncé mais celle du fonds, et la fécondité sont logiquement en raison inverse —

... soit en fondant sur les principes ordinaires une théorie générale de l'équilibre, dont la propriété des vitesses virtuelles ne devient plus qu'un simple corollaire. »

S'il s'agit de la Mécanique dite rationnelle, sauf les points contestés de la citation précédente, nous admettons fort bien avec Poinsoot qu'on pourra déduire des principes du parallélogramme et de l'accélération, des conséquences identiques à celles qu'on fait dériver du principe du travail virtuel. Mais la question est tout autre si, au lieu de restreindre le point de vue, on ne considère plus la Mécanique comme devant se limiter à ce qu'on connaissait du temps de Lagrange, et si l'on cherche à poser un principe d'où non seulement on la déduira, mais d'où sortira d'une façon générale la science de l'Energie.

Alors, voici qu'interviennent les partisans de la clarté avant tout, ou plutôt de ce qu'ils désignent sous ce nom. Ce qu'ils reprochent au fond au principe du travail virtuel, c'est qu'il permet d'ignorer la grandeur et le point d'application de forces qui ne sont que des manières de parler et n'ont aucune existence réelle. Je n'ennuierai pas le lecteur par le narré des discussions qu'on a soulevées au sujet du point d'application des forces qui s'exercent entre un pôle et un élément de courant — de l'existence possible d'un couple s'exerçant sur un élément de courant et qui soit un infiniment petit du même ordre, etc., etc.

Les champions étaient illustres, le spectacle solennel — la lutte s'est terminée sans grand profit, tant l'état d'esprit était différent dans les deux camps. Qu'importe, par exemple, au physicien que les forces élémentaires de ses théories ne satisfassent pas au principe de l'action et de la réaction, si les résultantes accessibles à l'expérience y obéissent?

Cependant, il est des cas où l'on est bien forcé de quitter le champ trop étroit de Poinsoot et de ses émules. Si le produit Fdf représente toujours un travail, la variable f peut quelquefois représenter un changement d'état; je tiendrais à savoir quelle expression en force et déplacement, en couple et angle, on proposera alors pour le travail élémentaire. Quelques savants s'écrient qu'ils ne comprennent plus et regrettent la science plus limpide de jadis: c'est un malheur, mais purement individuel. Que d'ailleurs il se consolent: Descartes et Galilée ne comprenaient pas leurs principes, puisque, comme disait l'un d'eux, pour comprendre un objet, il faut en saisir les parties. Veulent-ils donc connaître la science avant qu'elle soit faite?

Les principes, dont l'énoncé doit être clair, ont

en eux quelque mystère. Ils sont donc indémonstrables : nous sommes au vif de la question et l'on nous permettra d'insister.

IV

Tout d'abord, on peut espérer démontrer le principe en prenant comme point de départ un autre principe d'une évidence plus manifeste. Mais cela ne fait que reculer la difficulté : car la première proposition perd son rang de principe et la question se trouve reportée sur celle qu'on essaie de lui substituer dans ce rôle. Il y a des limites aux démonstrations et l'on ne peut pas tout démontrer.

Gagne-t-on beaucoup à vouloir ainsi reculer la difficulté ? Il ne nous semble pas. Car nous prétendons que, si la seconde proposition est aussi générale et féconde que la première, elle est aussi mystérieuse.

Quelquefois même, elle l'est davantage : trop souvent, on ne fait que remplacer un énoncé dont l'expression analytique est claire par un autre plus confus sous prétexte qu'il est plus évident. Croit-on avoir fait de la besogne bien utile, quand, au lieu d'admettre tout iniment et sans démonstration le principe de Carnot dans la forme analytique sous laquelle on l'applique, on le ramène à cette proposition nuageuse « qu'il est impossible de transporter de la chaleur d'un corps froid sur un corps chaud, à moins qu'il n'y ait en même temps destruction de travail ou transport de chaleur d'un corps chaud sur un corps froid » ?

Raukine semble croire qu'il est possible de concentrer par réflexion les rayons de chaleur, de telle sorte que le corps qui se trouve à leur foyer acquerrait une température plus élevée que celle des corps qui émettent ces rayons.

Faut-il renvoyer l'étudiant aux mémoires difficiles de Kirchhoff et de Clausius, où il trouvera, avec la réputation de cette erreur, toute une série d'hypothèses sur la chaleur rayonnante ? Que dire des objections de Hirn et de Maxwell, sinon qu'elles renferment beaucoup de diablerie ? Et ces *objecta solvantur* sont-ils faits pour donner au débutant une haute idée de la solidité des fondements de la science ? De bonne foi, y a-t-il un seul physicien qui attache à ces démonstrations la moindre valeur et qui base sa conviction sur d'aussi subtiles arguties ? Ne sait-on pas que tout cela est fait après coup, comme de fausses fenêtres, et pour la symétrie ? Pourquoi encombrer les Thermodynamiques de ces arcs de triomphe en papier peint ?

On répond que ces dissertations sont pleines d'intérêt. Soit ; mais il est aussi captivant de discuter le postulatum d'Euclide : je ne vois cependant pas que cela tienne beaucoup de place dans

un traité de Géométrie bien fait. Laissons là, de grâce, ce qui fait l'objet de la métaphysique des sciences ; ne la privons pas de cette aubaine et employons mieux notre temps.

La démonstration d'un principe sera-t-elle basée sur une théorie, c'est-à-dire sur certaines propriétés imposées à la matière ? Exemple : tous les phénomènes capillaires s'expliquent en admettant une tension superficielle de définition simple : voilà un principe. Sa certitude sera-t-elle augmentée du fait que nous l'aurons déduit de certaines hypothèses sur les forces qui agissent entre les molécules ? Croit-on plus ou moins à l'existence de cette tension, parce qu'on aura montré par le raisonnement que la couche terminale n'est pas homogène — en un mot parce qu'on connaîtra la théorie de Laplace ou toute autre ?

Nous touchons ici à un problème capital — celui de l'utilité des théories et de la réduction du nombre des principes. Quand on donne à la matière des propriétés particulières pour en déduire une loi ou un principe connu, la théorie qui en résulte n'a pas d'utilité *actuelle* ; elle doit être seulement considérée comme une théorie d'attente.

Que j'énonce le principe de la tension superficielle sous la forme la plus proche de l'expérience ou d'après le rôle supposé des molécules, je n'y vois aucune différence, si ce n'est que la première méthode est plus courte. Mais que plusieurs théories d'attente, construites pour des buts particuliers, coïncident ; alors il y a réduction du nombre des principes et je ne chicanerai plus sur la bizarrerie des propriétés dont on aura doté libéralement les particules.

Ainsi, une théorie ne doit pas être jugée en elle-même et pour l'objet spécial qui la fait naître, mais bien par son rôle général et la façon dont elle cadre avec l'ensemble des phénomènes ; autrement, c'est de la virtuosité. Mais, et j'insiste sur ce point, quand une théorie a la chance de réduire le nombre des principes, il y a fort à parier qu'elle a à sa base des hypothèses plus mystérieuses que ces principes mêmes pris séparément. Et, pour tout dire, je m'étonne que l'on cherche à démontrer les principes, quand on y va avec cette générosité dans l'ornementation des atomes. Je veux bien, par exemple, que les molécules soient des gyroscopes, mais je ne vois pas pourquoi on fait tant de manières pour admettre d'emblée et sans débat le principe de la conservation de l'énergie.

La démonstration sera-t-elle appuyée sur des expériences directes ? Exemple : on essaie de prouver le principe de la conservation de l'énergie par la constance de l'équivalent mécanique de la calorie déduit d'expériences directes les plus diverses. Au point de vue logique, cette prétention ne se sou-

tient pas, et procéder ainsi risque de laisser chez l'étudiant les idées les plus fausses. Les expériences ont nécessairement une précision limitée : est-ce donc une certitude à 1/100 que l'on prétend accorder au principe? — Ces messieurs de Port-Royal ne connaissaient pas les démonstrations à tant % près.

Mais, réplique-t-on, les expériences en question étaient nécessaires. D'accord, — nous avons montré le mode de formation des principes; l'utilité passée de certains travaux ne prouve pas le moins du monde qu'ils aient, à l'heure actuelle, une valeur démonstrative quelconque. Croit-on que si demain quelqu'un trouvait pour l'équivalent mécanique de la calorie un nombre différent du nombre admis, on douterait pour cela du principe?

Et pourquoi à ce sujet ne pas attaquer quelques opinions qui partent d'un trop bon naturel? Les expériences faites ne sont pas indéfiniment utiles : elles doivent même disparaître d'autant plus rapidement des traités de Physique qu'elles ont été mieux faites. Paradoxe tant qu'on voudra, vérité incontestable. Qui connaît les mémoires de du Fay? Croit-on que ça été une petite affaire d'établir qu'il n'y a que deux sortes d'électricité? Personne ne doute aujourd'hui de l'identité de la chaleur rayonnante et de la lumière : du coup ont disparu les mémoires de la Provotaye et Desains, qui sont de petits chefs-d'œuvre. Pourquoi s'encombrer de mémoires fort beaux qui ne sont plus que du bagage inutile? Croit-on solidifier la loi de Ohm en parlant des expériences de Pouillet? simplifier le principe de Clausius en développant les idées de Carnot? Un traité de Physique n'est pas un Panthéon de grands hommes. Mais à quoi bon incriminer; aujourd'hui, c'est la mode des bibliographies complètes et des historiques méticuleux : on veut des documents, on a du fatras.

Démontrera-t-on les principes par des expériences indirectes ou des conséquences lointaines? Ce serait une bien réjouissante manière de comprendre le rôle des principes. Les principes doivent juger les expériences et non les expériences juger le principe. Si certaines expériences contredisent le prin-

cipe, on doit les classer à part et attendre, après avoir honnêtement fait tout le possible pour les concilier. Quand elles sont assez nombreuses et refusent formellement de cadrer, il n'y a plus qu'à rejeter le principe et en mettre un autre à la place. Le principe est, par nature, hors de contestation — ou bien il faut le rejeter — il n'y a pas de milieu.

En résumé, pour qu'un principe serve à quelque chose, il faut qu'il soit indémontrable. Si l'on peut le remplacer par une proposition qu'on juge plus claire, cette proposition devient le principe : reste à prouver que cette clarté n'est pas seulement apparente. Si on le prouve par une théorie, ce sont les hypothèses sur lesquelles on a fondé cette théorie qui jouent le rôle de principe. Si on peut le prouver par des expériences directes, c'est qu'il n'a pas plus de généralité que ces expériences, ne fait que les traduire et n'a plus de vertu pour l'avenir. Si on veut le démontrer par des conséquences lointaines, il faut, pour que la démonstration soit bonne, que les faits épuisent le principe — ce qui est contradictoire.

V

Les Français sont si éminemment logiques que, de peur de mettre la charrue avant les bœufs, ils placeraient des bœufs en carton devant une charrue automobile. Ils veulent tout démontrer, tout prouver. Voici deux exemples, conséquences extrêmes et opposées de ce travers :

Combien de traités de Mécanique, moins raisonnable que rationnelle, démontrent que la résultante de deux forces concourantes est la diagonale du parallélogramme! Je veux bien admettre que c'est le résultat d'une vieille habitude et qu'on ne se fait pas la moindre illusion sur la valeur des preuves offertes. Ce théorème est un escamotage. Il saute aux yeux qu'on admet précisément dans le courant de la démonstration ce qu'on veut démontrer. Si l'on commence par traiter in *abstracto* des opérations sur les vecteurs, par dire qu'ils seront tels que leur addition soit associative et commutative, — si, de plus, on pose comme hypothèse que les forces sont de tels vecteurs, — alors, la démonstration est excellente. Mais, au lieu d'admettre le théorème en question, on admet deux ou trois propositions qui rendent la démonstration possible et constituent le théorème. Voilà un bel avantage!

Quelques savants, ne pouvant démontrer les principes, cherchent à s'en passer et prétendent baser la science sur l'expérience seule. Si Gauss et Ampère ressuscitaient, ils se demanderaient avec stupeur si leur science n'était pas, elle aussi, basée sur l'expérience seule. L'opinion que nous discutons est, au choix, une illusion ou une tautologie, peut-être même les deux ensemble.

¹ Qu'il nous soit permis à ce sujet — et sans discuter aucunement l'opinion qu'émet ici M. Bouasse — de faire remarquer que c'est Pouillet qui a *découvert* la loi indûment appelée *loi de Ohm*, Ohm a simplement dit : « Si l'électricité se propage comme la chaleur, telle conséquence doit suivre » ; mais il n'a pas du tout prouvé que le mode de propagation fût identique ; il en est resté à l'hypothèse, et donc n'a rien fondé ; il a eus une idée intelligente, il n'a rien mis debout. Pouillet, au contraire, a *découvert expérimentalement* le phénomène, et *établi* la loi. Et notre germanisme continue de faire le nom du grand homme et de célébrer l'impitoyable ! Tous les manuels, tous les physiciens disent couramment « *loi de Ohm* », au lieu de dire « *loi de Pouillet* ». Note de la Direction.

C'est d'abord une illusion : je sais bien qu'on peut se donner l'air de se passer de principes. Quand nous avons parlé de la méthode historique, nous n'avons pas eu l'occasion d'écrire le mot. Cela va de soi d'après le mode d'évolution des principes, puisque ce ne sont que des lois qui se généralisent peu à peu jusqu'à dépasser infiniment les faits qui leur servent d'appui ; si nous voulons nous arrêter à l'étude de ces faits, les principes sont inutiles. Leur rôle est surtout dans le progrès. On ne peut pas se contenter d'avoir accumulé des matériaux, il faut élever l'édifice, mettre des pierres d'attente pour de nouveaux développements, laisser de l'espace pour les bâtiments à construire. Croit-on que tout cet espoir, tout cet avenir résulte logiquement des faits acquis ?

C'est comme si l'on méconnaissait, à un degré moins élevé, le rôle créateur, et par cela même non démonstratif, de l'induction proprement dite. Et j'entends, par induction, non le procédé logique rudimentaire qui nous apprend qu'un fait observé cent fois dans certaines conditions se produira toujours dans les mêmes conditions, mais l'opération par laquelle on interprète les faits en les formulant par une loi.

Vouloir élever la science sur l'expérience seule, c'est aussi une tautologie — puisque personne n'a la velleité de se passer de l'expérience dans les sciences expérimentales, ni le désir ou le pouvoir d'imiter Descartes et de se créer un monde *a priori*. Mais, et cela est important à remarquer, il n'y a pas équivalence logique entre les faits et la formule qui les énonce. Est-il permis de dire qu'il y ait adéquation entre les expériences de Coulomb et la loi qui porte son nom ? La loi ne dépasse-t-elle pas infiniment les faits ? L'expérience est un commencement de preuve, — ce qui lui manque de force démonstrative, nous le lui imposons. Nous nous élevons au-dessus des cas particuliers et nous nous construisons peu à peu un monde qui est d'accord avec le monde réel à un tant pour cent près, je le veux bien, mais dont la certitude n'existe qu'en vertu des principes.

VI

Je pourrais être accusé de parler pour ne rien dire, si je ne tirais de mes prémisses les conclusions qu'elles renferment. Donc, en commençant à traiter une question, c'est, sous forme de principe, un acte de foi que je demande, un consentement à une proposition indémontrable. Je prétends que nous serons payés de la créance que nous lui faisons, par la facilité et la netteté de la méthode d'exposition. A tel point qu'alors même il serait possible de tout démontrer, je croirais utile de se restreindre, et, pour le conduire plus avant, de

faire grâce, à celui qu'on se charge de guider, des fondrières qui coupent les commencements de la route.

Mais, dira-t-on, le malheureux n'y comprendra rien : vous lui imposez une consigne mystérieuse à appliquer ; comment y parviendra-t-il ?

D'abord, je voudrais bien qu'on m'expliquât comment toutes les dissertations dont on a coutume d'entourer l'énoncé des principes dont il ignore, par hypothèse, les applications, sont faites pour les lui rendre plus lumineux. Sous le fallacieux prétexte de lui apprendre à nager, on le noie, — et on se donne tant de peine pour ce beau travail que le professeur et l'élève n'ont plus la force de quitter le fond de vase où ils sont embourbés, — je veux bien consentir à admettre, pour continuer ma métaphore et donner le beau rôle au professeur, qu'il s'est arrangé pour maintenir sa tête hors de l'eau.

En second lieu, l'expérience prouve que le débutant admet sans difficulté tout ce qu'on veut, pourvu que l'énoncé en soit net et facile à retenir : il demande seulement qu'on en tire au plus vite quelque chose qui l'intéresse et le frappe, lui fasse sentir la puissance de la méthode par la rapidité des connaissances acquises. Si le principe du flux coupé, tant en Electromagnétisme qu'en Induction, a été si long à s'introduire dans l'enseignement supérieur, c'est parce que les esprits arrivent de l'enseignement secondaire avec d'autres habitudes. Je connais un professeur qui traite l'Electricité en admettant ces principes, devant un auditoire d'apprentis, et si les élèves ne comprennent peut-être pas (je voudrais bien savoir qui comprend), ils savent et appliquent : c'est un fort joli résultat, à mon gré.

Enfin, pour qu'on ne puisse pas m'accuser d'être irrespectueux, je vais m'abriter derrière une illustre autorité. Dans ses Mémoires, Arago raconte comment il a appris les Mathématiques. Il rappelle le conseil donné par d'Alembert à un jeune homme qui lui faisait part des difficultés qu'il rencontrait dans ses études : « Allez, monsieur, allez, et la foi vous viendra. » Il ajoute : « Ce fut pour moi un trait de lumière : au lieu de m'obstiner à comprendre du premier coup les propositions qui se présentaient à moi, j'admettais provisoirement leur vérité. Je passais outre, et j'étais tout surpris, le lendemain, de comprendre parfaitement ce qui, la veille, me paraissait entouré d'épais nuages. » Paroles profondes et préceptes excellents, que je livre à la méditation des professeurs d'Analyse qui, transportant devant les élèves l'état d'esprit de savants surs d'eux-mêmes, disputent sur la continuité, coupent des cheveux en quatre et se gardent bien de leur apprendre à se servir des Mathéma-

tiques comme d'un outil. Heureux les élèves d'élémentaires et de spéciales qui ne tombent pas sous la coupe de pareils bourreaux!

Je me résume. Si on n'a pas le temps de faire grand'chose dans les cours de sciences physiques, et, sous cette rubrique, je comprends la Mécanique rationnelle, — c'est qu'on s'attarde trop à disputer, au début, sur des principes indémontrables. Quand les professeurs seront convaincus *qu'ils s'écartent, en ce faisant, de la raison et des lois les plus évidentes de la logique*; quand ils seront persuadés qu'ils fatiguent ainsi leurs élèves en leur nuisant;

que c'est aujourd'hui autre chose que des discussions, sinon oiseuses, en tout cas déplacées, qu'on vient chercher dans nos amphithéâtres; que ces discussions sont le plus sûr moyen d'arrêter le développement de la science *pure* et l'essor des esprits; qu'on ne *forme pas des savants* en disséquant des postulats, — peut-être reviendront-ils à un enseignement tout aussi élevé, plus simple et plus profitable.

H. Bouasse,

Professeur de Physique à l'Université de Toulouse.

L'ÉTAT ACTUEL

DE LA FABRICATION DE LA SOIE ARTIFICIELLE EN FRANCE

Qu'est-ce que la soie? On pourrait presque dire que c'est de la feuille de mûrier transformée par une chenille. Définition bien grossière, sans doute, aux yeux du biologiste, mais qui, rendant saisissant le contraste entre la matière première et le produit ouvré par le ver, a le mérite de poser un problème industriel : créer, au moyen de la cellulose, un fil de soie.

A qui cherche la solution, l'idée vient d'abord de copier la Nature, de voir ce que fait le ver, comment ses appareils de mastication triturent la feuille, quel traitement chimique ses sécrétions font subir au tissu végétal, enfin de quelle façon sont disposées ses filières. Malheureusement, seule la partie mécanique de ces opérations nous apparaît aujourd'hui. La partie chimique nous échappe presque complètement : du moins, si quelques réactions ont pu être décelées, nous en ignorons beaucoup d'autres, et sommes incapables d'en préciser l'enchaînement. Dans l'état actuel de la science, l'industrie ne saurait donc songer à les répéter, et c'est à un autre système de transformation qu'elle doit recourir.

Guidé par cette pensée, un expérimentateur de grand talent, M. de Chardonnet, a obtenu le succès : on sait que c'est à lui que l'on doit l'industrie de la soie artificielle. A l'Exposition de 1889, on put juger des premiers résultats de son invention, alors toute récente. Grosse de promesses, elle demandait cependant à être perfectionnée dans le détail pour devenir tout à fait pratique. Or, il semble qu'aujourd'hui elle a triomphé des difficultés qu'il longtemps en avaient arrêté l'expansion. Elle s'est implantée sur le sol de France; à Besançon, une usine d'une importance considérable lui est affectée. C'est le moment d'en faire connaître

les procédés scientifiques et le haut intérêt économique.

I

La matière première est le coton cardé, la ouate, qui est de la cellulose à peu près pure. On peut aussi utiliser le bois, mais le produit obtenu est plus tendre, moins blanc et se casse plus facilement, à cause des matières incrustantes qui accompagnent la cellulose. D'ailleurs, toutes les fibres végétales ayant subi de nombreux lavages, — lin, chanvre, papier, ramie, — sont susceptibles d'être utilisées. Ici, c'est le prix ainsi que la facilité d'approvisionnement qui ont déterminé le choix du coton.

La cellulose pure étant insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, les huiles fixes ou volatiles, il faut la faire passer à l'état de cellulose nitrée pour la rendre soluble et la transformer en collodion. C'est dans une grande salle, appelée salle de nitration, que se fait la première opération : on mélange 15 parties (en poids) d'acide nitrique à 1,32 monohydraté avec 83 parties d'acide sulfurique ordinaire. Cette proportion varie un peu suivant l'état hygrométrique de la nuit précédente, car il faut « tuer l'eau » qui a été absorbée par l'acide sulfurique.

Dans de grands pots cylindriques en grès, on fait couler 33 litres du mélange des acides contenu dans des touries. On y immerge 4 kilos de ouate sèche et on brasse pendant quelques instants devant un fort appel d'air pour éviter le dégagement de vapeurs acides dans le local. Les bocaux sont, de plus, fermés par des disques de verre pour empêcher les vapeurs et l'affaiblissement du mélange par l'humidité de l'air. On laisse macérer

pendant quatre à six heures : le temps dépend du degré thermique et de l'état hygrométrique. Les précautions prises ne sauraient être trop minutieuses, car si une proportion trop forte d'eau est préjudiciable, il ne faut pas non plus que l'échauffement soit trop rapide, afin de ne pas pousser l'action trop loin. Si l'imbibition est mal conduite, il se produit un dégagement de vapeurs rutilantes, puis une décomposition rapide, qu'on ne peut évi-

la base, ou plutôt la méthode d'épreuve de cette industrie fut-elle l'analyse optique faite par M. de Chardonnet, en 1886, et dans laquelle il détermina les teintes diverses que présentent en lumière polarisée les divers pyroxyles suivant leur degré de nitration. La composition chimique étant indiquée par le nombre de centimètres cubes d'oxyde azotique que dégage un gramme de pyroxyde (méthode de Schloesing), on observe sur le porte-objet d'un

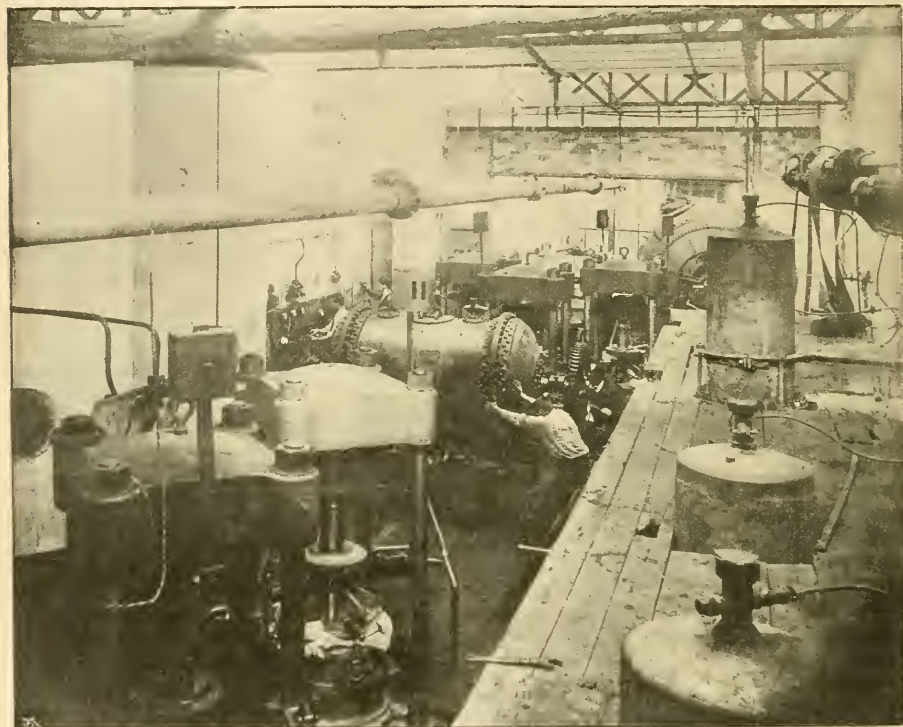


Fig. 1. — *Fabrication artificielle de la soie.* — Au premier plan, à gauche, presses servant à exprimer l'eau du coton nitré et lavé. Derrière, au milieu, autoclave cylindrique, tournant autour de son axe horizontal et destinée au malaxage du coton nitré avec de l'alcool et de l'éther. A droite, cylindres en acier, refermant le coton dissous et l'envoyant sous pression aux métiers à filer par l'intermédiaire de tubes minces. D'après une photographie de M. Mauvillier.)

ter qu'en immergeant complètement le coton dans l'acide. Malgré ces causes d'insalubrité, l'hygiène de la salle est aussi bonne que possible, grâce à une ventilation énergique.

Des prises d'essai sont faites fréquemment pour déterminer le degré de modification, car la fibre n'est pas détruite, dissoute, mais elle est modifiée chimiquement, de telle sorte que, tout en conservant son aspect extérieur et sa forme, elle est devenue cassante, plus rude au toucher et elle influe différemment sur la lumière polarisée. Aussi

microscope polarisant, entre les deux nicols, que :

1° Jusqu'à 110 centimètres cubes (cellulose tétranitrique), la nitration ne se fait remarquer que par quelques fibres grises et ratatinées ;

2° De 110 à 145 centimètres cubes (cellulose hexanitrique), les mêmes fibres sont en majorité, mais mélangées à des fibres irisées ;

3° A partir de 146 centimètres cubes, les fibres deviennent unies, d'un gris plus ou moins clair ;

4° Enfin, de 160 centimètres cubes (cellulose

heptantrique) à 180 centimètres cubes, les fibres passent du jaune paille au jaune orangé;

5° Au-dessus de 180 centimètres cubes apparaissent les fibres incolores, puis violettes, bleu foncé et bleu clair, lesquelles finissent, à mesure que la quantité d'acide nitrique augmente, par occuper tout le champ du microscope.

Donc, à la soierie, on « travaille dans le bleu », c'est-à-dire que les fibres sont bleuâtres en lumière polarisée. L'action étant poussée assez loin, des presses hydrauliques à acides séparent du coton nitrique les résidus d'acides. Des planchers mobiles sont recouverts de plomb et le fond est percé de trous pour le passage des acides. Ceux-ci sont encore utilisables en les ravivant par addition d'acides nouveaux.

Le coton nitrique est obtenu sous forme de galettes serrées; celles-ci sont lavées dans de grandes piles hollandaises, grands bacs parallépipédiques pleins d'eau, au milieu desquels tourne un agitateur mécanique qui dissocie les galettes en flocons blancs multiples. Ce lavage doit être fait très soigneusement pour enlever toute trace d'acide, et cela pendant dix à douze heures. Il est nécessaire de renouveler seize fois l'eau, en sorte qu'il faut 10 mètres cubes d'eau pour laver 10 kil. de coton sec.

Dans une annexe de cette salle, une deuxième presse hydraulique enlève l'eau au coton en le comprimant à 300 atmosphères. Il ne reste que 36 % d'eau dans la masse. Nous avons ainsi un pyroxylyle, un coton poudre qui, hydraté dans cette proportion, a perdu son inflammabilité, comme nous l'avons vérifié facilement. Il y a donc suppression complète de tout danger, ce qui est une garantie de vitalité pour l'industrie, d'autant plus que le filage se faisant à sec, l'eau fait partie intégrante du fil; on l'enlèvera à la sécherie, à la fin des manipulations.

II

La cellulose nitrique est placée dans des autoclaves cylindriques qui tournent autour de leur axe horizontal (fig. 1). 22 kilos de matière (ramenée à l'état sec) sont mis en digestion avec 100 litres d'un mélange à parties égales d'alcool à 95° et d'éther ordinaire. Le malaxage dure 15 à 20 heures jusqu'à ce qu'on ait obtenu une homogénéité parfaite. On s'en rend compte en faisant couler, par un robinet, un boyau de cette substance, qui est le collodion.

Des essais multiples ont montré que la cellulose de bois serait mieux dissoute et donnerait un meilleur rendement, mais on y a renoncé pour le moment.

Malgré tous les soins apportés aux diverses manipulations, il se trouve toujours, dans la masse gélatiniforme obtenue, des particules étrangères

qui seraient très gênantes pour la filature. On est donc forcé de filtrer sous forte pression à travers un tissu de coton. Les réactions chimiques ne sont pas encore achevées. Les divers filtrats sont réunis dans des bacs de dépôt à régime constant, contenant 5 mètres cubes chacun, et on laisse vieillir. L'action chimique se complète d'une façon qu'il est difficile de préciser.

C'est ce collodion vieilli qui est alors envoyé dans des métiers à filer par l'intermédiaire de gros cylindres en acier (fig. 1) résistant à 100 atmosphères. Il en part des tubes sur lesquels on a branché, au moyen d'une garniture métallique, des filières en verre de 0,08 de millimètre de diamètre. Chacune est commandée par un robinet. En exerçant à l'intérieur du cylindre une pression de 40 à 50 atmosphères, le collodion, après avoir passé à travers une toile fine, sort lentement par la filière sous la forme d'un fil cylindrique blanc et presque imperceptible. Ce filage par ces *verres à soie* se fait donc à sec. Au début, le fil arrivait dans l'eau acidulée par 1/2 % d'acide nitrique monohydraté et s'y solidifiait. Le filage à sec a beaucoup simplifié la fabrication. Il y a dans cette salle plus de 12.000 verres à soie.

Ce fil, d'aspect et de toucher soyeux, est très résistant. Sa charge de rupture est de 20-25 kilos par millimètre carré de section. Sa finesse, sa régularité, sa ténacité, son élasticité et son brillant lui donnent une grande valeur commerciale.

On file en éventail sur des bobines animées d'une vitesse calculée d'après la vitesse de sortie du fil de soie, et on réunit de 10 à 36 brins pour donner les fils plus ou moins gros demandés par le commerce. On compte 100 bobines par métier, le nombre de ceux-ci en activité variant suivant les besoins. Les bobines sont ensuite portées dans l'atelier de retordage et de moulinage pour former un fil capable d'être mis en écheveau.

C'est ici qu'était le point dangereux de la fabrication. Le fil en écheveau contient encore de l'alcool et de l'eau qu'il faut expulser. Jadis la dessiccation se faisait en paquets dans une sécherie artificielle par simple courant d'air à la température ordinaire, ce qui n'enlevait jamais les dernières traces d'humidité. Actuellement, on opère par rotation des guindres, c'est-à-dire de sortes de dévoirs, dans un local fermé maintenu à 45°, et où l'air est constamment brassé et renouvelé, grâce à une excellente ventilation qui a supprimé tous les dangers d'inflammation.

III

Ce n'est pas encore la fin. Le fil sortant de la sécherie est du fulmi-coton éminemment inflam-

mable. Une dernière opération consiste à le rendre aussi incombustible que la soie en le dénitrant. La dénitruration ne doit modifier ni son aspect, ni ses autres qualités; aussi a-t-il fallu de longs et laborieux tâtonnements. Les premiers dénitrants étaient trop coûteux; on emploie actuellement un sulfure alcalin dont le nom est le secret de la fabrication, et l'on titre le bain à la liqueur d'iode, procédé connu en sulfhydrymétrie. On se sert d'une liqueur tridécime pour augmenter la sensibilité et

nier séchage; ce qui donne définitivement la soie artificielle de Chardonnet, dont le fil blanc, soyeux, élastique, a certaines qualités de la soie naturelle.

Cette fabrication serait restée une curiosité scientifique à peu près sans but et sans utilité si l'on n'avait pu teindre le fil obtenu. Ici encore les essais ont été longs et dispendieux. Primitivement, il fallait incorporer des matières colorantes au collodion avant le filage. Grand inconvénient: autant de pâtes que de couleurs. Actuellement, le



Fig. 2. — *Fabrication des filières.* — Au premier plan, des ouvrières vérifient au microscope l'épaisseur des différents tubes. Au second plan, d'autres ouvrières les ajustent. (D'après une photographie de M. Mauvillier.)

la réaction, c'est-à-dire que 60 centimètres cubes de cette liqueur sont nécessaires pour titrer 2 centimètres cubes de bain. Le fil est devenu si peu inflammable que les compagnies d'assurances l'ont classé, pour la prime à payer, comme matière ininflammable.

La dénitruration communique à la soie une teinte jaune qu'on lui enlève par le blanchiment au chlorure de chaux. On emploie 0 kil. 400 de chlorure avec 0 kil. 800 d'acide chlorhydrique pour 700 litres d'eau et pour 16 kilos de soie sèche. Après l'immersion dans ce bain, on lave sur cylindre de faïence, et dans une essoreuse centrifuge on opère le der-

fil ayant un pouvoir absorbant énorme, on teint les échevettes à chaud au moyen de couleurs basiques d'aniline, mais après le dernier séchage; on peut ainsi facilement modifier les teintures suivant les besoins du commerce à un moment donné. Donc, c'est une analogie nouvelle avec la soie, et les superbes couleurs qu'on obtient ne le cèdent en rien à celles que fixe la soie.

Toutes les échevettes ayant 300 mètres de fil, on procède au titrage d'après le poids, puisque le poids est fonction de la grosseur du fil. Le numérotage du fil le plus fin comporte 220.000 mètres au kilo; si l'on compte 14 brins au fil, cela fait près de

3.000.000 de mètres par kilo et par fil simple.

L'emballage se fait ensuite par 2 kil. 500.

À côté de cet outillage si compliqué, mais nécessaire, il fallait créer une industrie annexe; il fallait fabriquer les vers à soie, puisqu'on ne pouvait les faire éclore. Une équipe d'ouvrières y est occupée (fig. 2). Les unes vérifient au microscope les tubes de verres plus fins que livre l'industrie; d'autres soudent bout à bout des tubes de verre de calibre différent pour que le fil ne passe qu'en dernier lieu dans le tube le plus fin; d'autres les cimentent dans des garnitures métalliques, etc.

IV

Aussi comprend-on qu'une industrie si délicate, exigeant la bonne volonté et le savoir-faire de tout un personnel qui était forcément inexpérimenté, ait eu des débuts difficiles, réservés à toute innovation. Le recrutement des ouvriers est rendu pénible par ce fait qu'il faut un apprentissage chaque fois qu'un ouvrier entre à l'usine. Cette industrie ne s'est développée franchement comme véritable industrie qu'avec le directeur actuel, M. Trincano. Il a su préparer l'ère du progrès, faire l'éducation technique des ouvriers et des ouvrières, obtenir enfin le dégrèvement de l'alcool employé à la fabrication. Ce dégrèvement était d'autant plus nécessaire que la protection de l'État accordée aux soies naturelles venait très inopinément ajouter aux difficultés de la concurrence avec ces produits.

Jadis, les soies venant de l'Extrême-Orient et utilisées pour la trame valaient, sur le marché européen, 42 à 45 francs le kilo. Mais une baisse énorme est survenue pendant ces dernières années. Elle est due à des causes multiples: au désarroi du marché financier, à la crise générale qui sévit sur toutes les valeurs, aux complications de

la politique en Orient et enfin à la concurrence dans le commerce et la production des soies. En Chine et au Japon, l'emploi de petites chambres dans chaque habitation rurale a rendu le prix de revient des cocons presque nul, et, grâce à la baisse du cours de l'argent, les Japonais ont pulvérisé leurs soies à 23 francs le kilo (fig. 3). Les soies françaises, les organes ont subi le contre-coup de cette baisse et ont vu leurs prix s'avilir à tel point que l'État a dû intervenir pour empêcher la ruine des sériciculteurs, des filateurs et des mouliniers, et il a accordé par la loi de 1892 une prime à la pro-

duction et au travail de la soie. La prime payée pour l'année 1895 à la sériciculture a été de 4.646.000 francs pour 780.000 kilos produits, et à la filature de 4.320.000 francs pour 800.000 kilos environ de soie filée; donc, en somme, 9.000.000 de francs.

L'inégalité de traitement était évidente. Aux soies artificielles on demandait 4 fr. 50 par kilo par suite de l'impôt sur l'alcool, tandis qu'aux soies naturelles on donnait 12 francs de prime: différence, 16 fr. 50

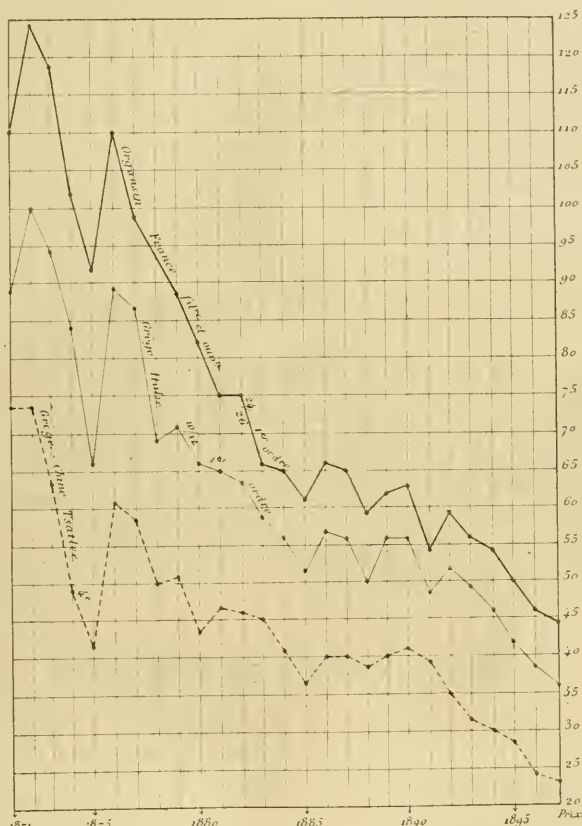


Fig. 3. — Fluctuations du prix des soies depuis 1871. — On a pris la moyenne entre le prix le plus haut et le prix le plus bas pour chaque année.

sur le marché. Par la cheminée de l'usine, il sortait tous les jours pour 600 francs de droits sur les alcools et éthers. Le vote de la loi du 16 décembre 1897 sur les alcools industriels vient atténuer en partie cette anomalie. L'industrie de la soie artificielle méritait bien cette légère compensation, car elle peut remplacer avantageusement les soies de trame pour les rubans, les broderies, les passementeries, les étoffes de fantaisie.

On a constaté que la puissance d'absorption de la consommation des tissus de soie pure a diminué et que les étoffes de soie mélangée sont plus en faveur que les étoffes riches. Donc, la soie artificielle, loin de nuire au commerce des soies naturelles, ne peut que permettre d'obtenir des mélanges à bas prix et de vulgariser les étoffes de soie en les rendant accessibles à toutes les bourses. Le ralentissement de la consommation des tissus de soie pure indique ce que la mode veut à notre époque : le brillant, le bon marché et aussi le changement.

V

La production journalière de la soie artificielle en France est de 130 kilos. Depuis quatre ans, il a été vendu environ 70.000 kilos de ces soies à des prix très variables de 30 francs, 19 fr. 50, 26 fr. 50, 21 fr. 75 et 25 francs, qui sont les moyennes des cinq dernières années. La teinture représente en moyenne une addition de 3 francs par kilo pour toutes les couleurs.

La soie de Chardonnet est entrée en plein dans la passementerie, et, à cause de ses qualités particu-

lières, elle s'emploie de plus en plus pour l'ameublement, malgré son prix relativement élevé jusqu'à ce moment et le bas prix des soies sauvages et des filés de déchets de soie.

Il s'est beaucoup fait de robes en 1895 et 1896 pour l'exportation dans le centre et le sud de l'Amérique. Seulement, la soie artificielle y étant frappée des mêmes droits que les soies naturelles, sans que rien ait pu faire revenir les gouvernements sur leur décision. L'entrée de ces tissus a été considérablement ralentie et les fabricants sont en train d'abandonner l'article robe, qui ne trouve pas de débouchés en France. L'Allemagne, au contraire, en consomme et deviendra probablement le débouché principal de la soie artificielle.

La production française est encore confinée à Besançon. Mais en Suisse, un petit établissement, à Spreitenbach, est en pleine prospérité en exploitant le marché allemand, et en Angleterre une grande usine est sur le point de fonctionner à Wolston.

Espérons que la consommation allemande et anglaise saura encore une fois donner le courant à un produit français et le faire définitivement adopter chez nous.

C'est une bonne fortune pour Besançon d'avoir vu naître la première fabrique de soie artificielle, et ce sera l'honneur de M. Trincano, l'administrateur actuel, d'avoir su mener à bien, sous le rapport industriel et commercial, la belle découverte de M. de Chardonnet.

A. Ménégauz,

Professeur au Lycée Lakanal.

REVUE ANNUELLE DE BOTANIQUE

I. — NUTRITION AZOTÉE DES VÉGÉTAUX.

§ 1. — Synthèse des matières azotées chez les plantes à racines normales.

L'étude des sources auxquelles les plantes empruntent l'azote nécessaire à la constitution de la substance vivante, la connaissance du mécanisme qui préside à la formation des matières azotées sont l'objet de travaux qui précisent de plus en plus nos idées sur cette question et circonscrivent le champ des recherches futures.

Il y a lieu de distinguer, à ce point de vue, les plantes à racines normales et les Légumineuses.

Chez les plantes à racines normales, l'azote atmosphérique n'intervient pas : c'est à l'état de nitrates et de sels ammoniacaux que les racines introduisent dans le corps de la plante les matériaux azotés.

Nous avons rendu compte, dans une revue précédente, des recherches de M. Sapoznikow sur la formation des matières azotées dans les feuilles vertes aux dépens des nitrates. Depuis ce temps, un certain nombre d'observations ont été publiées : MM. Laurent, Marchal et Carpioux ont récemment développé les conclusions d'un travail important relatif à l'assimilation des nitrates et de l'ammoniaque.

Ces auteurs ont pris des feuilles vertes ou étiolées de divers végétaux et les ont placées dans des solutions aqueuses, ammoniacales ou nitriques, en faisant varier les conditions d'éclairement. A la fin de l'expérience, l'azote nitrique, l'azote ammoniacal et l'azote organique sont dosés dans les feuilles.

Les essais ont porté sur des tiges vertes ou étiolées de Pomme de terre, d'Asperge, sur des feuilles vertes ou blanches d'Erable, d'Orme, d'Aspidistra.

Des expériences préliminaires ont montré qu'à l'obscurité les tiges étiolées de Pomme de terre n'assimilent ni l'azote ammoniacal, ni l'azote nitrique.

Les feuilles blanches ou vertes d'*Acer Negundo* se comportent de la même façon.

Par contre, les feuilles vertes de Pomme de terre assimilent l'azote sous ces deux formes.

Si l'on compare maintenant l'énergie de l'assimilation de l'azote suivant la nature de l'aliment offert aux tissus, on obtient des résultats variables suivant que l'on s'adresse à des organes verts ou à des organes dépourvus de chlorophylle.

En effet, les feuilles blanches ou les feuilles étiolées n'assimilent pas ou assimilent très peu l'azote nitrique, mais elles assimilent activement l'azote ammoniacal; au contraire, les feuilles vertes assimilent l'azote sous ces deux états, mais l'azote nitrique est assimilé bien plus activement que l'azote ammoniacal.

Les chiffres suivants mettent ces faits en évidence :

	Asperge tiges étiolées	Orme	Erable à feuilles de Frêne	<i>Aspidistra eliotior</i>
<i>Feuilles blanches</i>				
Eau	528,7	65,5	209,5	48,5
Solution ammoniacale . .	571,26	83,4	305,6	69,8
Solution nitrique	344,2	67,6	297,5	37,2
<i>Feuilles vertes</i>				
Eau	"	126,25	301,4	167,95
Solution ammoniacale . .	"	137	354	197,15
Solution nitrique	"	155	544	238,8

Il est difficile d'expliquer pourquoi les feuilles blanches préfèrent les sels ammoniacaux et les feuilles vertes les nitrates.

Bien que l'on sache depuis longtemps qu'un certain nombre de plantes appartenant aux groupes les plus variés manifestent de semblables préférences, on n'a aucune donnée sur la cause de ces préférences. Low a essayé de l'expliquer par l'action nocive variable des composés ammoniacaux, mais c'est là une hypothèse qui attend encore la consécration de l'expérience.

Si les radiations nous apparaissent, par l'énergie qu'elles fournissent à la plante, comme un agent aussi nécessaire à l'assimilation azotée qu'à l'assimilation du carbone, on peut se demander si les radiations actives sont les mêmes dans les deux cas. Sachs avait déjà mis en évidence l'influence prépondérante des radiations ultra-violettes, mais la question méritait d'être reprise. MM. Laurent, Marchal et Carpiaux ont confirmé de tous points les résultats déjà obtenus par Sachs.

Ils ont exposé des feuilles blanches ouvertes, placées dans des solutions ammoniacales ou nitriques, à l'action des radiations complètes ou

tamisées par des solutions de bichromate de potasse, de sulfate de cuivre ammoniacal qui séparent le spectre en deux moitiés, de sulfate de quinine qui arrêtent les radiations ultra-violettes, et le résultat obtenu a été constant.

Les plantes placées sous l'écran à bichromate de potasse ou à sulfate de quinine n'ont pas assimilé l'azote nitrique ou l'azote ammoniacal. Au contraire, l'assimilation de l'ammoniaque par les feuilles blanches, des nitrates par les feuilles vertes, a été énergique sous un écran d'eau ou de sulfate de cuivre ammoniacal. Au cours de leurs recherches, ils ont remarqué que les feuilles plongées dans les solutions nitriques accusaient toujours une certaine quantité d'ammoniaque et ils ont admis que l'assimilation de l'azote nitrique donne lieu à une production intermédiaire d'ammoniaque. D'après cela, l'azote nitrique ne pourrait pas entrer immédiatement dans la constitution des matières albuminoïdes, « il devrait, au préalable, être transformé en combinaison ammoniacale ».

Exprimée sous cette forme, l'hypothèse de MM. Laurent, Marchal et Carpiaux ne saurait être admise exclusivement, car, de leur aveu même, le procédé de dosage employé pour l'ammoniaque, par la distillation de la matière sèche pulvérisée en présence de la magnésie calcinée, pourrait bien décomposer *quelques principes amidés instables*.

Dans un travail exécuté en même temps que les recherches précédentes, M. Godlewski¹, a opéré sur des plantules de Blé, placées dans des solutions minérales additionnées ou non de nitrates et exposées dans des conditions différentes; au terme des recherches, il a dosé l'azote des plantules sous ses diverses formes : substances protéiques insolubles, substances protéiques solubles, substances azotées non protéiques solubles (amides, ammoniaque, etc., nitrates, etc.

Il résulte de ces recherches que les plantules de Blé, plongées dans une solution de nitrates, accumulent dans leurs tissus, aussi bien à l'obscurité qu'à une lumière faible, une grande quantité de nitrates, mais la formation des substances albuminoïdes au moyen de ces composés ne peut avoir lieu qu'à la lumière; c'est, on le voit, la confirmation des expériences de MM. Laurent, Marchal et Carpiaux. La quantité de matières albuminoïdes formées peut, en tenant compte des matériaux usés, représenter 47 % des matériaux azotés de la graine.

Bien que les radiations soient indispensables à

¹ GODLEWSKI: Zur Kenntniss der Eiweissbildung aus Nitraten in der Pflanze (Vorläufige Mitteilung). Sep. abdr. aus dem Anzeiger der Akad. der Wissensch. in Krakau. Mars, 1897.

la constitution des matières azotées aux dépens des nitrates, il n'existe aucun lien entre ce phénomène et l'assimilation du carbone, car les expériences ont été réalisées dans un milieu où cette dernière fonction n'a pas lieu. Les recherches de MM. Laurent, Marchal et Carpiaux nous amènent à la même conclusion, puisque les rayons les plus actifs dans l'assimilation de l'azote, les rayons ultra-violet, bien qu'efficaces dans l'assimilation du carbone, ne sont pas les plus importants.

M. Godlewski a porté surtout son attention sur les composés azotés non protéiques que MM. Laurent et Marchal ont dosés à l'état d'ammoniaque. Ces composés s'accumulent en quantité considérable dans les plantules plongeant dans une solution nitrée, et en égale proportion, quelles que soient les conditions d'éclairement.

	Solution nitrique	Solution non nitrique	Différence
Plantules éclairées. . .	13,12 %	21,68	+ 21,44
Plantules à l'obscurité.	11,12	23,61	+ 20,48

La nature de ces combinaisons n'est pas encore connue et l'auteur continue ses recherches dans cette voie, mais on peut supposer que ce sont des corps très voisins des amides, qui constituent des produits intermédiaires de la formation des composés albuminoïdes chez les plantes. Ils correspondraient bien à ce que MM. Laurent, Marchal et Carpiaux signalent comme production intermédiaire d'ammoniaque, ou mieux « de combinaisons ammoniacales ».

Quoi qu'il en soit de la nature de ces combinaisons, les recherches de M. Godlewski, au point où elles ont été conduites, paraissent nettement établir que les substances albuminoïdes ne se forment pas immédiatement à l'aide de l'azote des nitrates et des composés organiques non azotés; deux phases seraient à distinguer dans cette synthèse : 1° la formation de substances azotées non protéiques (amides, ammoniacales); 2° formation des composés albuminoïdes à l'aide des produits précédents.

Les combinaisons transitoires (amides, etc.) peuvent se constituer dans l'obscurité au moyen des nitrates, mais leur transformation en substances protéiques n'a lieu qu'à la lumière.

Les conclusions du travail de M. Godlewski et celles de MM. Laurent, Marchal et Carpiaux, contredisent, en partie, les résultats d'un travail antérieur de M. B. Hansen sur le *Lemma minor*¹. Cet auteur a constaté la production de matières azotées, à l'obscurité, chez des *Lemma* nourris avec des

amides, des sels ammoniacaux et des hydrates de carbone.

Ainsi les plantes plongées dans un mélange de glucose et d'asparagine, de glycocholle et de sucre de canne, d'urée et de glucose, de chlorhydrate ou de sulfate d'ammoniaque et de glucose, ont formé des matières albuminoïdes. Par contre, le *Lemma* ne forme pas ces substances dans les mélanges suivants : asparagine et sucre de canne, glycocholle et glucose. Faut-il voir dans ces discordances le résultat de l'influence individuelle? De nouvelles recherches nous fixeront à cet égard.

La concordance des résultats obtenus par des expérimentateurs aussi habiles que MM. Godlewski et Laurent nous autorise cependant à considérer les radiations comme la source principale de l'énergie nécessaire à la formation des matières albuminoïdes.

Les matériaux nécessaires à cette synthèse sont, avec le nitrate, les sels ammoniacaux. Ces résultats apportent une nouvelle confirmation du fait déjà connu : l'utilisation directe des sels ammoniacaux dans les plantes.

§ 2. — Fixation de l'azote sur le sol des forêts.

La nutrition azotée des plantes qui couvrent le sol des forêts est encore peu connue; les recherches de Frank sur l'importance des mycorhizes ont présenté la question sous un jour nouveau, mais elles sont incomplètes et mériteraient d'être reprises et poursuivies.

Quel que soit le mécanisme qui préside à la fixation et à la nutrition de l'azote, une question préjudicielle se pose et vient de recevoir, par un travail de M. Henry sur l'azote et la végétation forestière, un commencement de solution.

Le sol des forêts s'appauvrit sans cesse par l'enlèvement des produits. Comment peut-on expliquer la fertilité indéfinie de ces régions?

M. Henry passe en revue les pertes et les gains d'azote d'un sol forestier.

En ce qui concerne les gains, il distingue d'abord l'apport d'azote réalisé par l'atmosphère et les eaux météoriques, puis ensuite l'apport dû aux matériaux azotés renfermés dans les débris qui s'accumulent dans le sol, et il conclut que ces gains sont insuffisants à combler le déficit annuel produit par l'enlèvement des récoltes et causé par les phénomènes réducteurs qui dégagent, à l'état gazeux, une partie de l'azote de l'humus.

Il faut donc trouver une source d'azote plus considérable.

M. Henry s'est proposé de rechercher les transformations que les matériaux minéraux ou organiques subissent dans les feuilles jusqu'au moment où elles sont transformées en humus.

¹ B. HANSEN : Beiträge zur Kenntniss der Eiweissbildung und der Bedingungen der Realisirung dieses Process in Phanerogamen Pflanzenkörper. *Ber. d. D. Bot. Gesells.* Bd XIV, 1896, p. 302.

Les migrations des matériaux azotés paraissent intéressantes à suivre en présence de la quantité et de la variété des organismes qui végètent dans les tissus morts.

A cet effet, des feuilles de Chêne et des feuilles de Charme ont été exposées en plein air, dans des caisses en zinc dont le fond était constitué par du calcaire pour le Chêne, du grès bigarré pour le Charme. Au bout d'un an, la teneur en azote de ces feuilles a augmenté: pour le Chêne, elle a passé de 1 gr. 108 à 1 gr. 923; pour le Charme, de 0 gr. 947 à 2 gr. 246 %. Si l'on suit alors les variations du taux d'azote pendant leur vie, puis après leur mort, on trouve les chiffres suivants :

		Matières azotées
Feuilles vivantes.	Mai	25,9
	Juin.	13,6
	Juillet.	14,0
	Août	9,9
	Septembre.	7,0
Feuilles mortes.	Octobre	6,6
	Décembre 1894.	6,9
	— 1895.	12,0
	— 1896.	10,8

On voit que le taux d'azote diminue régulièrement pendant la vie des feuilles jusqu'à leur chute, où il est minimum; puis, à partir de ce moment, le taux de l'azote augmente peu à peu et se traduit, au bout d'une année, par un gain égal au taux d'azote existant au moment de la chute.

Le mécanisme de cette fixation d'azote n'a pas encore été élucidé, mais on peut penser que les feuilles constituent un milieu favorable au développement de certaines bactéries, capables de fixer l'azote atmosphérique.

La fixation de ce gaz par les organismes microscopiques autres que la bactérie radicicole n'est plus douteuse maintenant; mais on pouvait hésiter sur la nature des êtres qui réalisent ce phénomène et admettre que des algues vertes fussent capables d'opérer la synthèse des matières azotées.

Les expériences de Kossowitch montrent que la fixation de l'azote n'a pas lieu dans les cultures d'algues bien pures; si on a observé cette fixation dans un certain nombre d'observations, cela tient à l'impureté des cultures, et notamment à la présence des bactéries.

D'ailleurs, les observations de Winogradsky tendraient à montrer que le nombre des bactéries capables de végéter dans un milieu pauvre en azote et de se nourrir de l'azote de l'air est relativement restreint. Parmi les espèces étudiées, le *Clostridium pasteurianum* est la seule pour laquelle cette propriété est nettement établie.

§ 3. — Les bactéries des Légumineuses.

Depuis la découverte de la fixation de l'azote par les bactéries qui évoluent dans les tubercules radi-

caux des Légumineuses, on a cherché à élucider le mécanisme de cette fixation et la manière dont la plante hôte utilise les matériaux azotés fabriqués par son hôte.

Les recherches entreprises par Beyerinck et Laurent ont montré que, s'il est assez facile de cultiver à l'état de liberté les bactéries des Légumineuses, on n'obtient pas, dans ces cultures, la fixation d'azote; si elle se manifeste, elle est insignifiante. Le travail très intéressant que M. P. Mazé vient de publier, sous la direction de M. Duclaux, explique les succès obtenus par ses devanciers et nous fait suivre pas à pas toutes les phases de la nutrition azotée des Légumineuses¹.

Si les bactéries assimilent l'azote dans les tubercules et ne le fixent pas à l'état de liberté, cela tient, sans nul doute, à ce que, dans ce dernier cas, elles n'ont pas eu à leur disposition les matériaux nécessaires.

En effet, que leur faut-il pour manifester leur activité? D'abord une matière azotée, non pas à l'état d'azote ou de sels ammoniacaux, comme on l'a fait dans les recherches négatives antérieures, mais sous la forme même que les bactéries consomment dans les tubercules, c'est-à-dire la légumine. D'autre part, la fixation de l'azote exige en même temps la destruction de la matière hydrocarbonée; d'après Winogradsky et M. Duclaux, cette matière fournira la source de l'énergie nécessaire à la synthèse des composés azotés. M. Mazé s'est adressé au saccharose. Enfin, l'oxygène est indispensable pour accomplir la combustion de l'hydrate de carbone.

D'après ces considérations, l'auteur constitue un bouillon de culture obtenu avec une infusion de haricots blancs additionnée de 2 % de saccharose, 1 % de NaCl et de traces de bicarbonate de soude; ce bouillon, solidifié avec la gélose, est placé dans des vases à fond plat, munis de tubulures latérales permettant de faire passer un courant d'air purgé d'azote combiné.

Les cultures, ensemencées avec les précautions d'usage, sont maintenues à 20 ou 25°. Au bout de dix jours, la végétation des bactéries est luxuriante et les bâtonnets sont noyés dans une mucosité abondante et très visqueuse. L'analyse a fourni un gain d'azote égal aux deux tiers de l'azote initial.

La culture ayant été poussée jusqu'au moment où toute végétation semblait disparue, on peut supposer que tout le sucre a été consommé et le rapport de l'azote formé au sucre détruit est égal à 0,013.

Les cultures dans l'eau, en couches minces, avec

¹ P. MAZÉ : Les microbes des nodosités des Légumineuses. Thèse de Doctorat. Sceaux, 1898.

le bouillon précédent, ont donné les mêmes résultats, et le rapport du sucre détruit et de l'azote formé est 100/1.

Ainsi se trouvent confirmées les vues émises par M. Duclaux, que la bactérie des Légumineuses est seule l'instrument de la fixation de l'azote; l'état de symbiose ne lui confère pas, comme on l'enseigne dans les traités classiques, de propriétés nouvelles; la plante qui l'héberge se borne à assurer, par une nutrition appropriée, les conditions nécessaires à son activité.

Une difficulté se présente cependant: l'abondante consommation de matières hydrocarbonées, 100 grammes pour chaque gramme d'azote fixé, n'est-elle pas un obstacle à ce que le travail de synthèse, tel qu'il est réalisé dans les cultures, puisse s'accomplir dans la plante? Quand des plantes fixent, par exemple, 100 grammes d'azote, il faut que, dans le même temps, un poids 100 fois plus grand de matières hydrocarbonées soit détruit, environ 10 kilogrammes.

Or, M. Mazé établit que, pour la betterave, le rapport qui existe entre la quantité de saccharose et la quantité de matières azotées est moitié de celui qu'il a trouvé; par suite, dans les Légumineuses qui ont une surface foliaire plus grande et une végétation plus longue que celle de la betterave, le travail de la fonction chlorophyllienne peut largement suffire à alimenter, en hydrates de carbone, les tubercules où s'effectue la synthèse des matières azotées.

Les conditions nécessaires à la végétation des bactéries radicales en culture libre, avec fixation d'azote, sont triples, comme nous l'avons vu; il faut de l'azote combiné, des hydrates de carbone et de l'oxygène. Dans quelles proportions ces substances favorisent-elles, plus ou moins, l'activité spécifique des bactéries? Les cultures comparées, réalisées avec des solutions à doses variables de légumine et de saccharose, montrent que, pour la saccharose, les limites sont comprises entre 2 % et 4 %, pour l'azote 7 milligrammes pour 30 centimètres cubes de liquide et 15 milligrammes; en outre, le meilleur rendement en azote fixé correspond au rapport 1/200 entre l'azote combiné et la saccharose.

D'autre part, les bactéries radicales sont essentiellement aérobies; elles consomment une quantité considérable d'oxygène et ne se développent pas dans une atmosphère d'azote pur. Si M. Laurent a obtenu des colonies dans un courant d'azote, cela tient à ce que le gaz qu'il avait employé renfermait encore des traces d'oxygène.

L'examen des cultures les plus actives, au point de vue de la fixation de l'azote, révèle la présence d'une substance mucilagineuse très visqueuse, qui

se diffuse rapidement et se dissout complètement dans une grande quantité d'eau. Quand cette mucosité est absente, il n'y a pas de gain d'azote, et la proportion de ce gaz fixé est d'autant plus grande que la viscosité est plus abondante. M. P. Mazé montre qu'elle ne peut être due à une modification allotropique du sucre, et il pense qu'elle constitue un composé azoté, résultat de la combinaison de l'azote libre à des produits de décomposition de la saccharose.

Quel rôle joue cette substance visqueuse? Remarquons d'abord qu'elle existe aussi dans les tubercules, mais seulement lorsqu'ils sont très jeunes; en effet, leurs cellules renferment des tubes réfringents irréguliers non cloisonnés, flexueux, passant d'une cellule à l'autre, et formant un pseudo-mycélium dont la nature a été longtemps discutée. Beyerinck les considérait comme les filaments nucléaires altérés. Prazmowski, ayant vu des coccobacilles sortir de ces tubes, pense qu'ils constituent une forme transitoire du bacille des Légumineuses. M. Prillieux y voit des traînées de mucosité. Or, les cultures réalisées par M. Mazé dans des solutions trop riches en saccharose font apparaître des tubes analogues qui contiennent des coccobacilles; traités par l'eau, ces tubes perdent leurs contours, disparaissent, et les bacilles sont mis en liberté. Le même fait s'observe dans les tubercules jeunes, où les coupes immergées dans l'eau ne montrent jamais de filaments, parce que la substance qui les forme est dissoute.

La comparaison de ce qui a lieu chez les tubercules jeunes et dans des cultures riches en saccharose, permet de penser que le pseudo-mycélium des tubercules est formé par la mucosité, dont l'apparition marche de pair avec la fixation de l'azote.

Quand les bactéries évoluent dans un jeune tubercule, elles sécrètent la substance visqueuse caractéristique des cultures vigoureuses, et ainsi édifient ces tubes variqueux qui remplissent les cellules; mais, aussitôt que les vaisseaux sont formés, l'eau circule en quantité plus ou moins grande, la viscosité se dissout et est entraînée. C'est l'aliment azoté qui, inutile au bacille, est utilisé par la plante hôte, et explique la reprise rapide de la végétation dans les plantes que Hellriegel et Wilfarth ont décrite à l'état d'*inonction azotique*. La matière visqueuse azotée représenterait alors un produit de sécrétion inutile ou même nuisible aux bactéries qui, enlevé à chaque instant de son lieu d'origine, est employé à nourrir la plante, tandis que les bactéries, débarrassées de leur produit de sécrétion, végètent plus activement.

Il restait à expliquer un fait bien connu des agronomes et des botanistes: Pourquoi les nodosités sont-elles plus nombreuses et plus grosses

dans les racines de Légumineuses qui poussent dans les terres pauvres, et rares dans les terres riches en aliments azotés, c'est-à-dire en nitrates ?

M. Mazé élucide cette apparente contradiction d'une manière très ingénieuse, et il explique en même temps l'apparition des bactéries sur les racines.

Lorsqu'on examine le système radical de plantes végétant dans des solutions fluides auxquelles on ajoute des bactéries, on voit que les tubercules radicaux se développent exclusivement sur les racines formées après l'introduction des bacilles.

En outre, ces derniers sont extrêmement mobiles à la température de 25°; le mouvement de translation rapide qu'ils possèdent cesse au-dessous de 15° et au-dessus de 30°. D'après cela, M. Mazé a pensé que les jeunes racines exercent sur les bactéries une attraction due à un phénomène chimiotactique; elles laisseraient exsuder dans la région de croissance, principalement dans celle qui est couverte de poils absorbants, une substance attirant les bactéries. Cette substance serait constituée par des hydrates de carbone. En effet, si l'on fait germer des graines dans un milieu stérilisé, et qu'on examine le liquide de germination dans lequel les racines ont été plongées, on trouve qu'il réduit les sels de cuivre; d'autre part, des expériences directes de chimiotactisme ont montré que les hydrates de carbone attirent les microbes des nodosités.

D'après ces faits, comparons les Légumineuses croissant dans les sols riches et dans les sols pauvres.

Dans les sols riches, les Légumineuses absorbent des nitrates; ceux-ci, distribués dans les organes verts, où l'assimilation du carbone est active, se combinent aux hydrates de carbone qu'elle produit et fournissent des composés quaternaires; il n'en reste plus assez pour que les migrations nutritives les amènent dans les radicelles de manière à attirer les bactéries et ces dernières ne se fixent pas : les tubercules font alors défaut.

Dans les sols pauvres, au contraire, l'absence de nitrates laisse sans emploi immédiat les hydrates de carbone résultant de l'assimilation; ils peuvent alors diffuser dans tout le corps de la plante, notamment dans les racines, où ils sont excrétés; ils exercent alors une attraction sur les bactéries et celles-ci se fixent en grand nombre.

Ces considérations, très ingénieuses sans doute, soulèvent cependant quelques objections. Nous n'insisterons pas sur la difficulté d'admettre, sans expérience préalable, que la mobilité des bactéries soit comparable, dans le sol, à celle qu'on observe pour les bactéries en suspension dans une goutte d'eau, car ces dernières sont en pleine végétation,

tandis que les bactéries du sol, situées dans un milieu qui manque de tous les éléments nutritifs nécessaires à la végétation, sont à l'état de vie ralentie et par conséquent immobiles. Nous appelons l'attention sur l'excrétion des hydrates de carbone que M. Mazé a cru mettre en évidence. L'expression d'hydrates de carbone a évidemment dépassé sa pensée, car l'expérience que nous avons rapportée sur la Vesce de Narbonne ne prouve qu'une chose : c'est que l'eau de germination renferme des matériaux capables de réduire les sels de cuivre.

Or, ces matériaux se composent des produits de désorganisation des cellules de la coiffe et des gommages qui imprègnent la surface pilifère. J'ai souvent observé sur le Blé que les poils sont revêtus, çà et là, d'une substance qui se colore par le rouge de ruthénium et qui forme, à la surface des cellules de l'assise pilifère, des exsudations en forme de gouttes; ces exsudations se gonflent peu à peu et se dissolvent dans l'eau; si nous ajoutons à ces produits les membranes désagrégées, nous aurons là un ensemble de matériaux capables de réduire, comme on le sait, les sels de cuivre. Or, ces matériaux existent sur les racines, quelle que soit la nature des aliments. En admettant donc que les hydrates de carbone sont excrétés par les racines des sols privés de nitrates et ne le sont pas dans les sols renfermant ces sels, M. Mazé a formulé une hypothèse insuffisamment justifiée.

D'ailleurs, l'auteur a signalé un fait qui réduit à néant son ingénieuse hypothèse sur le chimiotactisme de la région pilifère des radicelles, puisqu'il annonce que l'eau de germination, celle dans laquelle se rencontrent les substances qui réduisent les sels de cuivre, semble repousser les bactéries des nodosités, sans doute à cause de la légère acidité. Le chimiotactisme ne pourrait donc s'exercer qu'après la complète neutralisation des matériaux acides que la racine sécrète d'une manière constante.

A la suite de l'étude physiologique que nous venons de résumer et dont l'intérêt est si considérable, M. Mazé a cru devoir traiter la morphologie des bactéries radicales.

Nous regrettons de ne pouvoir exposer en détail cette partie du travail de l'auteur; elle a besoin d'être reprise et précisée.

II. — LE PIGMENT CHLOROPHYLLIEN ISOLÉ EST-IL ACTIF ?

La chlorophylle inerte est-elle active ?

Cette question, posée depuis la publication des expériences de M. Regnard, a donné lieu à de nombreuses controverses auxquelles le travail récent

de M. Kny vient de donner de l'actualité en la rendant négativement¹.

L'auteur recherche d'abord si, comme l'ont affirmé Boussingault d'abord et, plus récemment, Jodin, la chlorophylle, extraite par les dissolvants de la plante vivante, est incapable de décomposer le gaz carbonique. M. Regnard a, comme on le sait, contesté ce fait.

M. Kny a employé le carmin d'indigo, la nigro-sine soluble à l'eau, probablement semblable au bleu coupier de M. Regnard, ainsi que le thio-carmin, en s'assurant au préalable que ces réactifs étaient incapables de bleuir sous l'influence de la lumière seule. Ses essais ont été réalisés avec la solution de chlorophylle et ils ont été négatifs. L'auteur a opéré comparativement avec des organes verts vivants et des organes tués par la dessiccation, par la chaleur ou par les anesthésiques; les espèces employées étaient *Elodea canadensis* et le *Selaginella martensii*. Dans toutes ses expériences, les bourgeons vivants ont donné un résultat positif, les organes tués n'ont pas provoqué le plus léger bleuissement. Enfin, il a contrôlé les résultats de cette première série d'expériences en employant la méthode des bactéries.

Nous pouvons donc conclure que la chlorophylle inerte ne jouit pas de la propriété de décomposer l'anhydride carbonique.

La différenciation très précoce et l'évolution des corps chlorophylliens dans les cellules des tissus verts autorisait à penser que chacun d'eux a une individualité distincte de celle du protoplasme de la cellule dans laquelle ils sont immergés.

En effet, Engelmann affirme que les corps chlorophylliens isolés des *Mesocarpus*, *Spirogyra*, *Navicula*, *Closterium*, peuvent vivre longtemps à la lumière et assimiler le gaz carbonique; Haberlandt confirme le fait avec les chloroplastes de *Funaria* et il conclut que, chez les Mousses, l'assimilation du carbone est indépendante de l'influence du noyau; enfin Pfeffer admet, comme démontrée, l'individualité physiologique des corps chlorophylliens aussi bien que leur individualité anatomique.

M. Kny a répété ces expériences en employant aussi la méthode des bactéries. Il se procure les bactéries en laissant macérer de la viande de bœuf dans l'eau, et le liquide de culture est employé au bout de trois à six jours soit seul, soit associé à du saccharose à 10 et 25 %.

Il a opéré avec un grand nombre d'espèces de Mousses, de Fougères et de Phanérogames, et dans toutes ses expériences le résultat fut négatif, c'est-à-dire que les corps chlorophylliens isolés,

dépourvus de cytoplasme, n'ont pas manifesté l'assimilation.

Si, dans les premiers essais, il a obtenu des résultats positifs, cela tenait à la présence de gonidies d'algues ou de corps chlorophylliens encore munis de cytoplasme, comme l'ont établi des observations plus précises à l'aide de réactifs colorants.

Enfin, dans une troisième série de recherches, M. Kny a étudié comparativement l'influence prédominante d'un certain nombre d'agents extérieurs sur la fonction chlorophyllienne et sur les propriétés du noyau et du protoplasme. Il constate qu'il n'existe aucun parallélisme entre ces influences : le protoplasme peut perdre sa mobilité, il peut être séparé de la membrane sans que l'assimilation du carbone soit amoindrie; cette dernière n'est pas non plus modifiée quand le noyau présente des traces de désorganisation.

Les résultats de M. Kny ont été contestés et critiqués par M. Ewart, qui a publié une série d'observations sur le même sujet, et confirmé, en opposition avec M. Kny, les observations d'Engelmann et de Haberlandt. Il signale, dans une note dont l'exposition laisse beaucoup à désirer, les causes d'erreurs que présente le travail de M. Kny. C'est, d'abord, l'emploi de cultures impures, alcalines et renfermant des poisons; d'après M. Ewart, les solutions alcalines sont nuisibles aux grains de chlorophylle inclus dans les cellules.

D'autre part, M. Ewart critique l'emploi du bec Auer pour l'éclairement des objets à étudier, car l'intensité lumineuse trop considérable altère les grains de chlorophylle et amène une diminution de l'assimilation; cette activité provoque une diminution de la sensibilité et de la mobilité des bactéries.

Il aurait fallu se placer à l'optimum d'éclairement pour l'étude de ces phénomènes très délicats.

Enfin, l'auteur préfère, à la méthode d'écrasement par pression destinée à isoler les corps chlorophylliens, la méthode de dissection déjà employée par Haberlandt.

Si cette dernière observation est peu importante lorsqu'il s'agit d'isoler des corps aussi tenus que le sont les corps chlorophylliens, les deux premières paraissent fondées, et nous pensons, comme M. Ewart, qu'on ne saurait prendre trop de précautions pour appliquer la méthode des bactéries à élucider une question aussi importante.

Nous aurions aimé voir, dans la critique du travail de M. Kny, l'indication des procédés qui permettent d'affirmer sûrement que les grains de

¹ L. KNY : Die Abhängigkeit der Chlorophyllfunktion von den Chromatophoren und vom Cytoplasma. *Bericht. d. D. Bot. Gesellschaft.*, 24 janvier 1897.

² ALFR.-J. EWART : The Relations of chloroplastid and cytoplasma. *Bot. Centr. Blatt.*, 1897, Bd LXXII.

chlorophylle ne sont pas des gonidies d'algues ou ne renferment pas de traces du protoplasme fondamental. Peu importe le procédé de dissociation employé, si cette preuve peut être faite. On conviendra que, dans des expériences aussi délicates, cette constatation n'est pas superflue.

D'autre part, les phénomènes de chimiotactisme sont à peine à l'étude; il ne sera pas indifférent de démontrer que sur tous les corps chlorophylliens isolés, l'oxygène est le seul corps capable d'assurer une attraction. Quand ces points seront résolus, on pourra affirmer avec M. Ewart qu'un résultat positif vaut mieux que tous les résultats négatifs.

III. — LES ANTHÉROZOÏDES DES GYMNOSPERMES.

L'étude des phénomènes préparatoires à la fécondation a, depuis longtemps, permis d'établir entre les Cryptogames et les Phanérogames une différence profonde dans le mode de transport de l'élément mâle.

Chez les Cryptogames, l'appareil producteur des cellules mâles est plus ou moins éloigné de l'organe femelle, et c'est ordinairement par les mouvements des premières que les deux gamètes sont mis en contact. Les cellules mâles mobiles forment des anthérozoïdes, et les Cryptogames sont alors *zoïdiogames*; la fécondation doit s'accomplir dans l'eau. Chez les Phanérogames, l'élément mâle est contenu dans une cellule végétative qui se développe en un tube plus ou moins long, le tube pollinique, pénétrant au milieu des tissus jusqu'à la cellule femelle; ce tube constitue un conducteur qui permet à la cellule mâle d'arriver jusqu'à l'osphère; les Phanérogames sont *siphonogames* et la fécondation peut s'accomplir dans l'air.

Cette distinction doit être abandonnée depuis la découverte de l'existence d'anthérozoïdes chez deux Gymnospermes, le *Cycas revoluta*, par M. Ikono¹, et le *Ginkgo biloba*, par M. Hirase².

Chez le Ginkgo, d'après M. Hirase, la germination du pollen se produit ainsi : après l'émission d'un tube pollinique issu de la plus grande cellule du grain de pollen, le tube ne s'allonge pas jusqu'aux cellules de la rosette, mais il s'arrête dans la tubérosité du nucelle et se partage en nombreux rameaux au moyen desquels le tube pollinique épais est bien assujéti, puisque les ramifications s'étalent à la surface de la membrane même du nucelle dilaté.

Le noyau qui a pénétré dans le tube pollinique

se divise alors en deux noyaux filles, dont l'un vient se placer à l'un des sommets du tube pollinique, tandis que l'autre, restant à l'endroit où il a pris naissance, continue à croître et forme la cellule génératrice; elle se partage de nouveau en deux cellules filles, mais jamais M. Hirase n'a pu les voir émigrer à l'extrémité du tube pollinique.

Par contre, il a découvert ce fait remarquable, qu'elles se transforment d'abord chacune en un spermatozoïde. Chacun d'eux diffère des anthérozoïdes des Cryptogames supérieures : il a une forme ovoïde et présente, comme à l'ordinaire, une masse protoplasmique entourant un noyau; la tête présente trois bandes spirales couvertes de nombreux cils, et à l'extrémité opposée se montre une région caudale pointue.

Aussitôt que ces cellules ont émigré du sommet du tube pollinique, tourné vers les cellules de la rosette, dans la sève accumulée dans le micelle, ils nagent assez rapidement et avec des mouvements tournoyants, de manière à gagner peu à peu l'osphère.

M. Ikono a découvert dans le *Cycas revoluta* des phénomènes analogues, et les spermatozoïdes rappellent beaucoup la forme décrite pour ceux du Ginkgo.

Le Cycas et le Ginkgo sont donc à la fois, d'après M. Ikono, *siphonogames* et *zoïdiogames*, à l'inverse de toutes les autres Gymnospermes étudiées, qui sont siphonogames.

L'explication de ces différences est aisée à comprendre. Chez presque toutes les Gymnospermes, le tube pollinique pénètre plus ou moins profondément dans l'archégone, et, par suite, les cellules mâles peuvent glisser facilement dans sa cavité pour parvenir jusqu'à l'osphère; chez le *Cycas revoluta*, au contraire, tout comme chez le Ginkgo décrit plus haut, le tube pollinique cesse sa croissance avant d'avoir atteint l'archégone; son extrémité demeure donc assez loin de ce dernier, et la fécondation n'est possible que si les cellules mâles possèdent un appareil de locomotion particulier leur permettant de gagner l'élément femelle.

Nous avons donc là des types de transition remarquables entre les Cryptogames supérieures et les Gymnospermes, et la découverte de MM. Hirase et Ikono fournirait, s'il était nécessaire, un nouvel appui à la théorie de la descendance.

La présence des anthérozoïdes dans les Cycas et le Ginkgo est d'autant plus intéressante que les Cycadées actuelles et l'unique genre Ginkgo sont les représentants des formes extrêmement nombreuses de la période mésozoïque qui ont fait leur apparition avant les autres Gymnospermes encore vivantes.

L'étude du développement des anthérozoïdes du

¹ S. IKONO : Vorläufige Mittheilung über die Spermatozoïden bei *Cycas revoluta*. Bot. Centr. Blatt, t. LXIX, 1897, p. L.

² S. HIRASE : Untersuchungen über das Verhalten des Pollens bei *Ginkgo biloba*. Bot. Centr. Blatt, t. LXIX, 1897, p. 33.

Cycas revoluta a fourni à M. Webber¹ l'occasion de retrouver dans le *Zamia integrifolia*, les mêmes phénomènes que dans le *Cycas* et le *Ginkgo* (fig. 1). M. Webber a suivi le développement des anthérozoïdes, et il a vu que les cils vibratiles se constituent aux dépens d'un corps particulier présentant les caractères d'un centrosome.

En effet, dans la cellule génératrice située à l'extrémité du tube pollinique on aperçoit, à chaque extrémité du noyau allongé, un corps sphérique, homogène ou vacuolaire, d'où partent des trainées

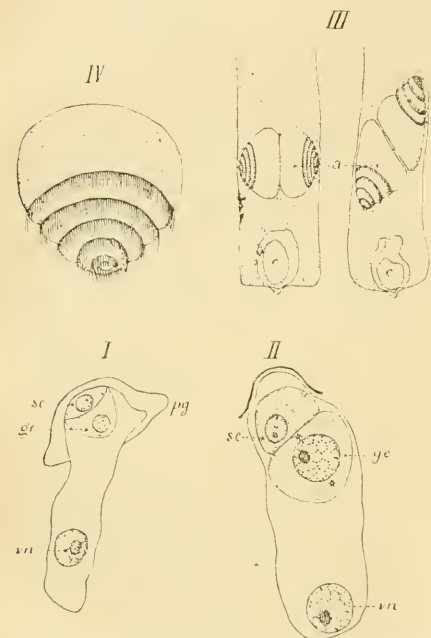


Fig. 1. — I et II. Grain de pollen de *Ginkgo* germant dans la cavité située au sommet du nucelle: sc, cellule stérile; gc, cellule génératrice; en, noyau végétatif (grossiss. 500/1). — III. Extrémité du tube pollinique de *Zamia*, moulant les anthérozoïdes a (grossiss. 250/1). — IV. Anthérozoïde de *Zamia* isolé (gross. 150/1). D'après H.-J. Webber.

rayonnantes de granulations protoplasmiques; il se colore par la safranine et possède tous les caractères d'un centrosome.

Quand la cellule génératrice se divise, chaque centrosome augmente de volume et montre, à sa surface, une couche dense plus colorable que la région centrale riche en vacuoles; cette couche forme une

sorte de membrane qui, après la formation des noyaux filles, se déroule en un ruban contourné sur lui-même, qui devient libre dans le protoplasme; il grandit peu à peu, gagne la couche périphérique et s'enroule dans le plan équatorial de manière à former, en s'allongeant toujours, une spirale de cinq à six tours; toute la surface libre de ce ruban se couvre de cils vibratiles produits par bourgeonnement.

Bien que les centrosomes décrits par Webber ne prennent pas part à la division de la cellule génératrice, ils en ont morphologiquement la signification et, par suite d'une division du travail consécu-

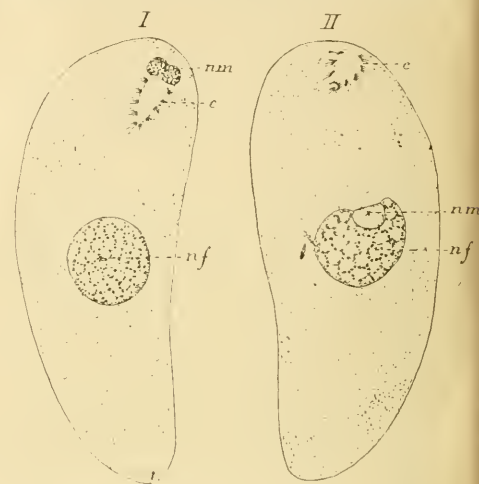


Fig. 2. — Fecundation chez le *Zamia integrifolia*. — I. Archéogone (corpuscule) vu avant la fécondation. Le noyau mâle nm a commencé à se séparer de son corps ciliaire c et de sa masse protoplasmique. — II. Archéogone vu immédiatement après la fécondation. Le noyau mâle nm s'est accolé au noyau femelle nf et le corps ciliaire c est resté au point d'entrée.

tive de la spécialisation des fonctions, ils servent à former le corps ciliaire. Webber les nomme blépharoblastes. Ce fait n'est pas nouveau. Belajeff² a décrit, chez les anthérozoïdes des Filicinaées et des Equisétacées, un corps analogue qui donne naissance à une bande, se développant en une spirale hélicoïde sur le corps de l'anthérozoïde et formant sur sa surface de nombreux cils.

La participation des centrosomes à la formation des cils vibratiles des spermatozoïdes, a été mise en évidence chez les animaux par les observations de Moore, de Zimmermann, de Lenhossek, de Meyes

¹ HERBERT-J. WEBBER: Peculiar structure occurring in the Pollen tube of *Zamia*. *Bot. Gaz.*, vol. XXIII, 1897. — Id.: The Development of the anthérozoïdes of *Zamia*. *Bot. Gaz.*, vol. XXIV, 1897. — Id.: Notes on the fecundation of *Zamia* and the pollen tube apparatus of *Ginkgo*.

² BELAJEFF: Ueber den Nebenkern in Spermatogenen Zellen und die Spermatogenese bei den Farnkräutern. *Ber. d. Deutsch Bot. Ges.*, XV.

et de Henneguy¹. La formation des cils vibratiles dans les cellules mâles aux dépens de centrosomes met donc une fois de plus en évidence l'unité des phénomènes intimes de la fécondation.

Il existe cependant encore une différence entre les animaux et les végétaux (fig. 2). Chez les premiers, le centrosome du spermatozoïde devient le point de départ des centrosomes du premier fuseau de segmentation, tandis que, chez le *Zamia*, d'après Webber, l'anthérozoïde se débarrasse de son corps ciliaire et de la masse protoplasmique et le noyau seul pénètre jusqu'au noyau de l'osphère.

Les recherches publiées sur ce sujet délicat sont trop récentes pour qu'on puisse formuler une hypothèse plausible et expliquer les différences plénètes.

IV. — VIE LATENTE, VIE RALENTIE, VIE ACTIVE.

Les magistrales recherches de Claude Bernard sur les formes de la vie ont contribué à faire disparaître de la littérature scientifique le terme de vie latente, employé pour désigner l'état dans lequel se trouvent les graines détachées des plantes.

Suivant l'illustre physiologiste, les échanges gazeux qui caractérisent la vie ne seraient jamais supprimés, mais seulement plus ou moins atténués et parfois si faibles que, lorsqu'il s'agit de germes de petite taille, les méthodes d'analyse les plus précises ne nous permettent pas d'en constater la présence. Ces idées, adoptées et généralisées par la plupart des naturalistes, sont trop absolues, et l'étude de la vie des graines nous fournit l'occasion de constater que l'ancienne conception de la vie latente ne saurait être abandonnée.

Les expériences de M. Giglioli sont intéressantes à citer². De 1878 à 1894, cet auteur conserva des graines de luzerne dans divers gaz secs et dans l'alcool. Les graines conservées dans l'oxygène au bout de seize ans germèrent dans la proportion de 0,68 %; dans l'oxyde de carbone, le taux des graines germées s'élève à 84,2 %; dans l'hydrogène et l'acide carbonique, par contre, on n'obtint aucune germination. Enfin, et c'est là le résultat le plus remarquable et le moins prévu, des graines conservées dans l'alcool absolu ont germé dans la proportion de 66,6 %. M. Giglioli conclut de ces expériences que les succès obtenus dans certains cas sont dus à une déshydratation incomplète, et il pense que si elle était rigoureusement réalisée les graines conserveraient indéfiniment leur faculté germinative. Or, aucune manifestation de la vie, si faible qu'elle soit, ne peut être observée

sans humidité : les graines déshydratées par l'alcool absolu sont donc bien à l'état de vie latente.

M. Jodin³ a publié sur cette question intéressante les premiers résultats d'expériences commencées en 1885. Son attention a été sollicitée d'abord par l'importance de l'eau d'hydratation soit dans la conservation de la faculté germinative, soit dans le phénomène de la germination.

Cette eau, qui représente 10 à 20 %, ne peut être enlevée, dans les conditions naturelles, en proportion considérable, et, si l'on compare les variations que les graines offrent à ce point de vue, on constate que les graines vivantes et les graines mortes se comportent de la même façon. Pour obtenir la déshydratation des graines à l'air, il faut les placer dans le vide sec. À la température ordinaire, cette dessiccation est très lente, puisque, après 132 jours, les graines renfermaient encore 8 milligrammes d'eau pour 1 gramme de matière sèche; la dessiccation complète exige 250 jours; à 50°, la dessiccation exige 100 jours, et à 70°, 8 jours. Toutes les graines ainsi desséchées peuvent encore germer.

Après avoir ainsi préparé des graines privées d'eau, M. Jodin s'est demandé pour quel degré d'hydratation la germination de la graine peut commencer. En opérant avec des pois, l'auteur a trouvé que la germination commence dès que l'hydratation a atteint 0,9. Mais le résultat le plus intéressant de ces recherches consiste dans l'établissement de la limite qui sépare la vie latente de la vie ralentie. M. Jodin a trouvé qu'à partir d'une hydratation comprise entre 0,140 et 0,311 les pois commencent à respirer.

Nous pouvons donc distinguer, chez les pois, trois états de la vie dont les limites, pour une température déterminée et une aération constante, sont fixées, au point de vue de l'hydratation, par les chiffres suivants : L'hydratation variant de 0,0 à 0,141 ou 0,311, correspond à la période d'inertie de la graine : c'est la vie latente; de 0,311 à 0,9, les échanges gazeux se manifestent progressivement : c'est la période de vie ralentie. Enfin, à partir d'une hydratation égale à 0,9, c'est la vie active qui se traduit par la germination.

Ce résultat est de la plus haute importance au point de vue biologique; il déballe une voie qui paraissait fermée à ceux qu'intéresse le problème si captivant des sources de la vie.

L'exiguïté de la place qui nous est réservée nous oblige à ajourner dans un article prochain, l'exposé des recherches sur la sexualité des champignons supérieurs.

L. Mangin.

Professeur au Lycée Louis-le-Grand.

¹ L.-F. HENNEGUY : Sur les rapports des cils vibratils avec les centrosomes. *Arch. d'anat. microscop.*, t. I, 1893.

² NATURE, octobre 1895.

³ VICTOR JODIN : Recherches sur la germination. *Annales agronomiques*, t. XXII, p. 433.

BIBLIOGRAPHIE

• ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Lévy (Lucien), *Examinateur d'admission et Répétiteur d'Analyse à l'Ecole Polytechnique*. — Précis élémentaire de la Théorie des Fonctions elliptiques, avec tables numériques et applications. — 1 vol. in-8° de 240 pages avec figures. Prix : 7 fr. 50. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1898.

Dans cet ouvrage, M. Lévy s'est proposé de faire connaître les propriétés des fonctions elliptiques les plus nécessaires aux applications, et d'en montrer l'usage. Il ne suppose au lecteur que des notions usuelles d'Analyse infinitésimale.

Les premiers chapitres sont consacrés à l'introduction des fonctions nouvelles, d'après l'ordre et les notations adoptés par Weierstrass et généralement enseignés aujourd'hui. Le point de départ est une fonction d'une variable u , qu'on désigne habituellement par $\theta(u)$; l'auteur la définit par son développement en série entière; il en déduit d'autres fonctions, $\sigma(u)$, $\zeta(u)$, qui le conduisent à la fonction doublement périodique fondamentale $p(u)$; il établit d'ailleurs les propriétés essentielles de périodicité et d'addition de ces diverses fonctions. La fonction $p(u)$ peut tenir lieu des fonctions elliptiques que Legendre et Jacobi désignaient par Cn , Sn et Dn ; ces dernières restent d'ailleurs toujours commodes dans bien des cas, comme l'ont montré des travaux célèbres.

La fonction $p(u)$ satisfait à une équation différentielle fondamentale :

$$\left(\frac{dp}{du}\right)^2 = 4p^3 - g_2p - g_3,$$

dans laquelle g_2 et g_3 sont des constantes; elle permet l'intégration des différentielles telles que

$$f(x, \sqrt{R(x)}) dx,$$

f étant une fonction rationnelle de x , et du radical qui porte sur un polynôme du troisième ou du quatrième degré. Cette intégration exige le calcul des constantes dont dépendent les fonctions employées; M. Lévy exécute ce calcul en détail et avec grand soin, de façon à éviter tout embarras dans les applications; des tables numériques destinées à la pratique terminent d'ailleurs l'ouvrage.

L'auteur traite ensuite les applications les plus connues : pendule simple et sphérique, mouvement d'un projectile dans un milieu résistant, mesure de l'arc d'ellipse et de l'aire d'un ellipsoïde; enfin, la résolution d'une équation numérique du quatrième degré est exécutée jusqu'au bout à l'aide des tables. L'ouvrage se termine par des compléments et des notes; il renferme, en outre, des exercices nombreux et très bien choisis.

Tel qu'il est composé, ce précis, simple et clair, atteint son but; il est un complément naturel à de bonnes études de mathématiques appliquées.

M. LELIEUVRE,
Professeur au Lycée,
Chargé de Conférences
à la Faculté des Sciences de Caen.

Klein F., *Professeur à l'Université de Göttingen*, et **Sommerfeld** A., — Ueber die Theorie des Kreisels. Heft I. Die kinematischen und kinetischen Grundlagen der Theorie. — 1 vol. in-8° de 196 pages avec 23 figures. Prix : 7 fr. B.-G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1898.

Depuis les célèbres travaux de Poincaré, bien des savants se sont occupés de la théorie de la toupie. Cette

théorie présente, en effet, un grand intérêt, soit au point de vue purement mécanique, soit par ses applications en Astronomie et en Physique. L'importance du problème suffirait ainsi à elle seule pour justifier le choix du sujet. Mais, en consacrant l'un de ses cours à la théorie de la toupie, M. Klein s'est proposé, en outre, de faciliter à ses auditeurs la conception des lois générales de la Mécanique par l'étude approfondie d'un problème particulier. Ainsi qu'il le mentionne dans l'introduction, le savant professeur de Göttingue cherche à remédier aux inconvénients que présente, pour le débutant, la méthode abstraite de la Mécanique analytique; aussi a-t-il adopté comme point de départ des considérations d'un ordre purement géométrique.

L'ouvrage est divisé en trois parties. La première seule vient de paraître; elle est consacrée aux principes de Mécanique sur lesquels repose la théorie de la toupie. Le problème est limité au cas de la toupie synchrétique; on désigne sous ce nom tout corps de rotation, homogène, soumis à la pesanteur, et mobile autour d'un point fixe pris sur son axe.

Dans le chapitre I^{er}, les auteurs étudient le mouvement d'un corps solide ayant un point fixe, en suivant la méthode géométrique de Poincaré; puis ils préparent l'étude analytique du problème en examinant les différents systèmes de paramètres qui permettent de déterminer la position du solide. Ces systèmes donnent lieu à une interprétation très simple de la théorie des quaternions.

Les deux autres chapitres contiennent la partie mécanique du problème. La notion d'impulsion joue un rôle fondamental dans cette étude; elle conduit très aisément aux équations d'Euler, et permet de les interpréter sous une forme nouvelle. La théorie de l'impulsion donne à ces équations un caractère remarquable. Celles-ci occupent d'ailleurs en Mécanique une place toute spéciale; elles ne constituent pas un cas particulier des équations générales de Lagrange, et elles offrent sur ces dernières de grands avantages.

La simplicité de la méthode et la clarté de l'exposé assurent à cet ouvrage le succès qu'il mérite. Il faut espérer que M. Sommerfeld, qui a rédigé et développé les leçons de son illustre maître, ne tardera pas à nous présenter la fin de cet intéressant travail.

H. FERRA,
Privat docent à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques

Armagnat H., *Chef du Bureau des Mesures électriques des Ateliers Carpentier*. — Instruments et Méthodes de Mesures électriques industrielles. — 1 vol. in-8° de 386 pages avec 175 figures. Prix cartonné : 12 fr. G. Carré et C. Naud, éditeurs, Paris, 1898.

La plupart des auteurs qui décrivent les méthodes de mesures ont suivi la même filière : sortis des grandes écoles, ils ont pris contact avec la pratique par suite de leurs fonctions, comme professeurs ou chefs d'un laboratoire officiel. Telle n'est pas l'origine de l'ouvrage que nous présentons ici. Il est issu d'un bureau de mesures, création récente, qui tient le milieu entre le laboratoire universitaire et l'atelier de construction. Là il ne s'agit pas seulement de mesurer, il faut produire et livrer des appareils irréprochables, les retoucher lorsqu'ils sont défectueux, les étalonner lorsque le travail d'atelier est terminé.

Le point de départ du livre lui assure déjà une certaine originalité parmi ses similaires. Mais, si l'on pouvait espérer trouver une forme nouvelle de l'exposition, deux écueils devaient être évités avec soin. D'une part,

l'auteur aurait pu être tenté de faire montre de connaissances mathématiques tardivement acquises; d'autre part, il aurait pu, comme beaucoup de praticiens, professer un beau dédain pour la théorie. M. Armagnat a su, avec beaucoup de discernement, éviter Charybde sans tomber dans Scylla, et conserver les justes proportions qui conviennent dans un ouvrage d'où la théorie ne saurait être complètement absente, mais où la pratique doit tenir une large place.

« Ce qui manque le plus aux débutants, dit-il, c'est surtout la connaissance des instruments de mesures, de leurs qualités et de leurs limites d'emploi. » Le défaut étant ainsi caractérisé, c'est à l'auteur qu'il convenait de s'appliquer.

Dès le premier chapitre, consacré à l'étude des systèmes oscillants, apparaît un exemple excellent du plan d'enseignement que s'est proposé l'auteur. Les diverses lois auxquelles peuvent obéir des oscillations ayant été données dans leur forme mathématique et rendues plus claires par des diagrammes, nous trouvons la description de tous les modes de suspension qui peuvent être employés pour des systèmes oscillants : couteaux, pointes, fils ou lames. Les avantages et les défauts de chaque système sont analysés, et, pour arriver au fond de la pratique, le mode de fixation des fils est soigneusement décrit avec quelques figures à l'appui; pour en finir avec les systèmes oscillants, l'auteur indique comment on mesure le moment d'inertie du mobile et le moment du couple de torsion.

Dans les chapitres suivants, composant la première partie, nous trouvons la description de tous les instruments élémentaires considérés isolément, en allant du simple au composé. Les appareils étalonnés, les instruments spéciaux pour courants alternatifs, enfin, les accessoires de l'installation sont décrits dans des chapitres séparés. Dans la deuxième partie, nous abordons les méthodes de mesure. L'assemblage des appareils y est indiqué par les diagrammes usuels, clairement expliqués. Après un court chapitre, consacré aux erreurs des mesures, nous passons à la mesure des résistances, des forces électromotrices, des intensités, des capacités et des coefficients d'induction. Un chapitre qui aurait pu, sans inconvénient, tenir plus de place, traite de l'étude des champs magnétiques et des propriétés du fer et des métaux similaires. L'ouvrage se termine par la mesure de la puissance et du travail et une étude de la forme des courants que l'auteur qualifie très justement de « question d'un intérêt capital ». Parmi les méthodes imaginées jusqu'ici, les plus simples et les plus directes, celles de M. Joubert et de M. Blondel et, parmi les oscillographes, les ingénieux instruments de M. Blondel et de M. Abraham sont seuls décrits.

L'impression générale qui se dégage de l'ouvrage de M. Armagnat est que, fidèle aux intentions énoncées dans la préface, il s'est bien gardé de tout dire, a fait un choix, guidé par une longue pratique, n'a donné que les méthodes qu'il avait expérimentées lui-même et qu'il avait pu apprécier. Il a su s'abstenir des tableaux numériques, et n'a pas voulu faire double emploi avec les excellents formulaires qui sont sur la table de tous les électriciens. C'est là de l'économie bien entendue.

Ch.-Ed. GUILLAUME,

Physicien du Bureau international des Poids et Mesures.

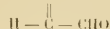
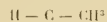
Charon (Ernest), *Chef des Travaux du Laboratoire de Chimie organique à l'École des Hautes-Études. — Sur l'aldéhyde crotonique. Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 brochure in-8° de 94 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

L'aldéhyde crotonique n'est encore aujourd'hui qu'imparfaitement connue; quelques personnes doutent même qu'elle réponde toujours et dans toutes ses parties à la formule classique de Kekulé; l'isomérisie des acides crotoniques peut, en effet, se reproduire sur l'aldéhyde du même nom et il a été jusqu'à présent impossible de démontrer que ce corps est réellement homogène.

On en peut dire autant de ses dérivés immédiats, et l'alcool crotonique, en particulier, n'a été que signalé à l'état impur, par Lieben et Zeisel, au cours de leur travail sur l'aldéhyde correspondante.

M. Charon prépare ce corps par le procédé Newbury et Orndorff, qui consiste à aldoliser l'aldéhyde ordinaire, en solution aqueuse, par le carbonate de potassium, à extraire l'aldol par agitation avec l'éther et à décomposer finalement le produit par distillation; on peut ainsi, d'après l'auteur, avoir, dans les cas les plus avantageux, un rendement de 10 %, en partant de l'aldéhyde éthylique.

Par oxydation avec l'hydrate d'argent ou par simple exposition à l'air, l'aldéhyde crotonique donne uniquement, et en proportion presque théorique, de l'acide crotonique ordinaire; elle est donc bien constituée par un produit unique, répondant à la formule :



D'autre part, elle est facilement réduite par le couple zinc-cuivre ou zinc-platine, en présence d'acide acétique, et fournit de cette manière un mélange d'aldéhyde butyrique, d'alcool crotonique, environ 25 % du produit mis en œuvre, et d'une grande quantité de glycol $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$, dérivant de l'octadiène 2,6.

M. Charon fait remarquer à ce propos la différence d'action qui se manifeste entre les corps réducteurs et les composés aldéhydiques ou incomplets : le couple zinc-cuivre, qui réduit les aldéhydes non saturés, est absolument sans effet sur l'aldéhyde ordinaire, l'aldéhyde butyrique et l'acétone, ainsi que sur l'alcool crotonique; c'est pour cette raison qu'il ne se forme pas d'alcool butylique normal dans la réaction précédente.

M. Charon décrit les principales propriétés de l'alcool crotonique, qu'il a pu ainsi obtenir pour la première fois à l'état de pureté; par l'action du brome, il a réussi à le transformer en alcool butylique bibromé, corps qui cristallise facilement en petits prismes incolores fusibles à 32°.

Par éthérification directe, l'alcool crotonique donne les chlorure, bromure ou iodure de crotonyle, que le zinc en poudre réduit à l'état de butylène symétrique, mélangé d'octadiène 2,6.

L'auteur a préparé de même un grand nombre d'éthers composés de l'alcool crotonique, ainsi que l'oxyde, le sulfure de crotonyle et plusieurs oxydes mixtes, entre autres le méthane oxy-butène 2 :



qui bout à 79° et fixe le brome avec énergie.

En essayant de préparer le formiate de crotonyle par l'action du formiate de potassium sur le bromure correspondant, M. Charon a obtenu de l'érythrène ou butadiène 1,3; il se produit ici un phénomène d'isomérisation tendant, ainsi qu'il arrive d'ordinaire, à donner à l'hydrocarbure la forme symétrique, qui est la plus stable.

Le glycol incomplet, qui se forme en même temps que l'alcool crotonique, ne peut être que l'octadiène 2,6 diol 4,5; ce composé donne des dérivés bromés par addition et différents éthers que M. Charon décrit avec soin; sa dichlorhydrine donne avec la poudre de zinc de l'octatriène 2,4,6, composé très instable qui se résinifie à l'air, et se transforme de lui-même en un produit amorphe solide.

Sous l'action de l'acide hypochloreux, il donne la dichlorhydrine d'une diméthylthérie ou octanehexol, qu'il a été impossible, d'ailleurs, de saponifier.

Tout ce travail constitue un ensemble compact de faits et de réactions soigneusement étudiés; c'est, par conséquent, un bon chapitre à joindre aux connaissances déjà acquises sur les corps incomplets, et nous ne pouvons qu'engager M. Charon à étendre ses intérêts

santes recherches aux séries supérieures, qui sont assez mal connues.

L. MAQUENNE,
Professeur au Muséum.

3° Sciences naturelles

Verdun Paul, *Préparateur à la Faculté de Médecine de Toulouse.* — *Contribution à l'étude des dérivés branchiaux chez les Vertébrés supérieurs. Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 vol. in-8° de 236 pages avec 30 figures et 9 planches. *Lagarde et Sibille*, imprimeurs, 2, rue Romiguères, Toulouse, 1898.

On sait que, chez les Vertébrés, les fentes ou les poches branchiales qui se trouvent sur les côtés du pharynx donnent naissance, chez l'embryon, à un certain nombre de corps glandulaires, thymus, parathyroïdes, thyroïdes latérales, etc., dont la correspondance chez les différents Vertébrés est extrêmement embrouillée et confuse. M. Verdun a étudié avec soin les dérivés branchiaux chez de nombreux Mammifères et Oiseaux, embryons et adultes, et il a pu en préciser l'évolution et les destinées.

Les ébauches glandulaires qui naissent sur les fentes branchiales proviennent des *poches endodermiques*; elles se réduisent à deux ordres de formations : 1° ébauches du thymus; 2° ébauches des glandules branchiales. Un thymus et une glandule, réunis sur la même fente, constituent un *métamère branchial* complet, et on peut admettre théoriquement que chaque fente est capable de fournir un thymus et une glandule branchiale. En fait, la disposition schématique qui répondrait à la présence d'autant de métamères glandulaires qu'il y a de fentes, ne se trouve réalisée chez aucun type (*Ammocoetes*?, attendu qu'il y a toujours des fentes qui ne donnent pas de dérivés branchiaux. D'une façon générale, cette réduction, tant pour le thymus que pour les glandules, semble se faire en gagnant peu à peu des deux extrémités vers la partie moyenne, les métamères 3 et 4 étant les plus stables.

Il existe des métamères complets, pour la deuxième fente, chez les Sauriens et les Batraciens; pour la troisième, chez les Mammifères, les Oiseaux, les Reptiles (sauf Ophidiens) et les Batraciens urodèles; pour la quatrième, chez certains Mammifères (Ruminants, Chat), les Oiseaux et les Batraciens urodèles. Souvent les ébauches, après s'être montrées, s'atrophient, ou ont une apparition capricieuse, de sorte qu'on trouve tous les stades de la disparition phylogénique des dérivés branchiaux.

Les thymus, au nombre de sept (*Heptanchus*) à deux (Oiseaux, Mammifères), confluent ensemble pour former le *thymus* bien connu des adultes; les glandules branchiales, au nombre de deux ou trois, deviennent les *parathyroïdes*, souvent accolées à la thyroïde médiane des adultes, mais de structure toujours très différente.

Les corps post-branchiaux, plus connus sous les noms de corps supra-péricardiaux, thyroïdes latérales, etc., représentent des organes glandulaires particuliers, distincts aussi bien de la thyroïde médiane que du thymus et des glandules branchiales; ils dérivent d'un diverticule issu du pharynx, juste en dessous de la quatrième fente, diverticule qui est entraîné par la fente lors de son développement. Leur sort est très variable; chez les Oiseaux, ces deux ébauches donnent des glandes séparées, à parenchyme glandulaire spécial, parsemé de cavités kystiques petites et peu nombreuses; chez les Mammifères, les ébauches se fusionnent avec la thyroïde médiane et s'atrophient plus ou moins, les kystes prenant un développement prépondérant sur le tissu glandulaire. M. Verdun ne croit pas, à l'encontre de Born, Kastschenko, Simon, etc., que les corps post-branchiaux se transforment en vésicules thyroïdiennes; pour lui, l'inclusion de ces organes dans les lobes de la thyroïde est un fait d'ordre topographique et absolument secondaire; la thyroïde définitive provient uniquement, chez tous les Vertébrés, d'un bourgeon impair et médian, né de la paroi ventrale du pharynx. Il est

donc préférable d'abandonner le terme de thyroïdes latérales, qui prête à confusion, et d'employer provisoirement celui de corps post-branchiaux.

On peut supposer que les glandes post-branchiales chez les Oiseaux en particulier; sont le siège d'élaborations biochimiques, comme la thyroïde, les parathyroïdes et l'hypophyse.

Les formations kystiques, qui avoisinent la thyroïde des Mammifères et qui ne se sont pas développées aux dépens de cette glande (vésicules thyroïdiennes dilatées, reconnaissent pour origine, soit des restes de poches endodermiques (la troisième et la quatrième), soit des vestiges des corps post-branchiaux (kystes souvent ciliés, soit encore une évolution particulière des corpuscules de Hassall du quatrième thymus).

La glande carotidienne est une formation purement mésodermique, qui n'a que des rapports de voisinage avec les dérivés branchiaux.

Je ne puis m'empêcher, en terminant cette analyse des faits généraux, de féliciter très vivement M. Verdun pour la clarté qu'il a su mettre dans l'exposition de ce sujet embrouillé, dans la nomenclature et dans ses figures. Il suffit de jeter un coup d'œil sur ses schémas d'ensemble pour se rendre immédiatement compte de l'évolution des dérivés branchiaux chez les différents Vertébrés.

L. CUENOT,
Chargé de cours de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Janet Pierre, *Professeur de Philosophie au Lycée Condorcet, Directeur du Laboratoire de Psychologie à la Clinique à la Salpêtrière.* — *Névroses et Idées fixes.* Tome I. — 1 vol. in-8° de 492 pages. (Prix: 12 francs.) F. Alcan, éditeur. Paris, 1898.

Névroses et Idées fixes ne sont que le premier volume d'une série d'études où sont rassemblées des observations raisonnées, dont chaque particularité est soumise à une critique éprouvée. Les divers sujets qui entrent dans cet ouvrage sont exposés, par M. Pierre Janet, comme des documents d'attente « avec l'espoir de pouvoir un jour les condenser dans un travail d'ensemble ».

C'est un véritable recueil de mémoires dont presque tous traitent de divers points de la psychologie des hystériques, des troubles de la volonté et de la mémoire, du délire de possession, du besoin de direction, etc. Je ne puis ici les examiner même sommairement. Pour rendre toutefois cette analyse moins diffuse et essayer de montrer au lecteur les méthodes mises en œuvre dans ces questions, je ne retiendrai que le chapitre II consacré à la mesure de l'attention et aux graphiques des temps de réaction.

C'est l'attention qui est la source de nos pensées. Aussi a-t-on cherché à soumettre cette faculté à des investigations qui, pour la plupart, ne disposent encore que de moyens très imparfaits. C'est une expérience très complexe que mesurer le — pouvoir attentif — d'un sujet; on s'est efforcé de trouver à cet effet des moyens variés, parmi lesquels M. Pierre Janet recommande en première ligne l'examen du champ visuel. Un rapport étroit existe entre la puissance de l'attention et l'étendue du champ visuel. Plus celui-ci est restreint, plus l'activité cérébrale est faible. M. P. Janet préconise, outre l'examen campimétrique habituel, un procédé très ingénieux, qui consiste à fixer l'attention du sujet par un travail cérébral à effectuer pendant qu'on détermine les limites du champ visuel. Pour cela, il dispose, au centre du périmètre, quelques chiffres que le sujet doit additionner, par exemple, pendant qu'on cherche la perception périphérique avec l'index de papier. Normalement, ce procédé diminue chez un sujet sain l'étendue du champ visuel de 5° à 10° environ; chez les malades, il suffit à donner des rétrécissements considérables qui, chez le même individu, varient avec son état de santé cérébrale. Il conseille, en outre, de rechercher le champ visuel simultané, c'est-à-

dire, au lieu de faire parcourir à l'index tous les points du périmètre successivement, de présenter à la fois à la perception visuelle un index aux deux points diamétraux des divers axes du champ.

L'auteur expose ensuite la détermination de la puissance de l'attention par la mesure des temps de réaction. Le temps de réaction est le temps qui s'écoule entre le moment où une impression périphérique (contact, bruit, phénomène lumineux) s'exerce et le moment où le sujet en exprime la sensation. Des appareils enregistreurs convenablement disposés donnent une courbe (processigramme) très exacte des divers temps de réaction. La belle étude comparative qu'a faite M. P. Janet de cette méthode, l'a conduit à observer souvent des courbes paradoxales et à conclure à la déficuosité de ce procédé pour la mesure de l'attention. Il a parfaitement vu que, dans nombre de cas, c'était une réaction automatique aux diverses impressions qu'on enregistrait ainsi et non une mesure de l'attention. La méthode graphique telle qu'elle est employée est excellente pour la notation des sensations cérébro-médullaires et mauvaise pour celle des actes psychiques. Il serait peut-être possible d'en tirer meilleur profit en sollicitant la réaction vis-à-vis d'une impression nécessitant une action cérébrale certaine. Qu'on excuse cette proposition bizarre, mais je ne puis m'empêcher de considérer à ce propos que le jeu enfantin du « Pigeon vole! », par la variété infinie de ses questions et la réponse muette et immédiate qui doit y être donnée, pourrait servir de prototype à des expériences enregistrables sur le temps des phénomènes réactionnels psychiques. Il comporte, il est vrai, non seulement une mesure de l'attention, mais encore une mesure de la rapidité de la cérébration simple, qui pourrait être intéressante à évaluer.

Faire l'étude de l'intelligence humaine à l'aide de l'observation plus qu'à la métaphysique est la préoccupation évidente de M. P. Janet. Et ce ne sera pas dans l'histoire critique des philosophes un de ses moindres mérites que d'avoir appliqué à l'étude des phénomènes psychiques normaux les dissociations naturelles et les grossissements fonctionnels que produit l'état pathologique. Il aura ainsi fait comme les physiologistes, qui parfois sont mis sur la voie d'une fonction normale par les perturbations pathologiques; et, par sa Psychologie pathologique, M. P. Janet rendra à la Psychologie pure les inestimables services qu'ont rendus à la Physiologie normale l'Anatomie et la Physiologie pathologiques.

Dr A. LÉHÉNE.

Antheaume (Dr A.). — De la Toxicité des Alcools (Prophylaxie de l'Alcoolisme). — 1 vol. in-8° de 174 pages. F. Alcan, éditeur, Paris, 1898.

Ce que M. Antheaume s'est attaché à mettre en lumière, c'est que le facteur essentiel dans la genèse de l'alcoolisme ce n'est pas la qualité, mais la quantité des boissons alcooliques consommées. Les alcools supérieurs, les aldéhydes, les éthers, les acides, les bases diverses qui se retrouvent à des doses minimes dans toutes les eaux-de-vie commerciales ont, à coup sûr, une toxicité plus grande que celle de l'alcool éthylique, mais l'alcool éthylique est déjà par lui-même un poison très actif, et les autres produits toxiques qui lui sont associés dans les boissons spiritueuses y existent en quantités si faibles que leur part dans l'intoxication alcoolique aiguë ou chronique est presque négligeable. La conclusion qui s'impose, si l'on accepte l'exactitude de la thèse soutenue par M. Antheaume, et son exactitude partielle, tout au moins, nous semble indiscutable, c'est que toutes les mesures prophylactiques qui tendront à améliorer la qualité des boissons spiritueuses, — le monopole de la rectification, par exemple, mis aux mains de l'État, — sans viser en même temps à en restreindre la consommation, seront nécessairement inefficaces à entraver la marche envahissante de l'alcoolisme et à prévenir les graves désordres organiques

qu'il entraîne avec lui. M. Antheaume s'efforce aussi d'établir, et il faut avouer que sur ce point son argumentation est moins solide, que l'action des boissons fermentées est exactement comparable à celle des boissons distillées, et que, si leur toxicité est moindre, cela tient seulement à leur plus faible teneur en alcool; l'action du poison, à quantité égale, étant d'autant plus faible qu'il est absorbé en solution plus diluée; il semble cependant que les effets du vin ou du cidre ne soient pas les mêmes de tous points que ceux des spiritueux, même consommés sous la forme de grogs ou bus mêlés au café ou au thé; il semble surtout que ce soit à l'usage habituel des boissons distillées chez les ascendants qu'il faille normalement relier les affections dégénératives du système nerveux que l'on constate chez les descendants de buveurs; on pourrait, d'ailleurs, estimer que M. Antheaume n'a point distingué avec toute la rigueur qui conviendrait entre l'ivresse simple et le délire alcoolique hallucinatoire.

Le livre de M. Antheaume contient un résumé fort clair des recherches expérimentales faites sur la toxicité des alcools et, en particulier, de celles de Dujardin-Beaumetz et Audigé, Laborde et Magnan, Darnenberg, Charrin et Viala, Rabuteau, etc. Mais la partie principale en est constituée par un exposé détaillé et méthodique des travaux entrepris sur cette question par MM. Joffroy et Serveau; il décrit leur méthode pour la détermination de « l'équivalent toxique » de chaque alcool dans l'intoxication aiguë, les procédés auxquels ils ont eu recours pour se mettre à l'abri des causes d'erreur qui leur semblaient inévitables dans les dispositifs expérimentaux adoptés antérieurement (injection toujours intraveineuse faite à l'aide du vase de Mariotte, emploi de la macération anti-coagulante de têtes de sangsues, etc.), le manuel opératoire tout différent auquel il faut avoir recours pour l'étude de l'intoxication chronique, et il présente, en laissant le plus souvent la parole à M. Joffroy, les résultats auxquels ils sont parvenus. Il a réuni, dans le chapitre IV, un certain nombre de documents intéressants relatifs à l'augmentation progressive de la consommation et de la production de l'alcool en France, à l'accroissement du nombre des débits, etc. Le dernier chapitre est consacré à l'étude des divers moyens par lesquels on peut lutter contre l'accroissement de l'alcoolisme : M. Antheaume insiste spécialement, à la suite de M. Joffroy, sur la suppression du privilège des bouilleurs de cru; il passe rapidement en revue les projets relatifs à l'augmentation de l'impôt sur l'alcool, au dégrèvement des boissons dites hygiéniques et des boissons caféiques, à la limitation du nombre des débits, à l'augmentation du taux des licences, à la réglementation des jours et heures d'ouverture des débits, à l'interdiction de la vente de l'alcool aux enfants et dans les cantines de l'armée, etc.; il montre quelle est l'action qu'on peut attendre de la législation pénale, et quel rôle capital est assigné dans la lutte contre l'alcoolisme à l'initiative privée et à la propagande des sociétés de tempérance; il se prononce contre le monopole de rectification. Tout ce chapitre est un peu superficiel et rapide, et peut-être le livre aurait-il gagné à ce que l'auteur s'en tint à la démonstration de sa thèse essentielle, qu'il aurait pu mettre ainsi en plus entière lumière.

L. MARILLIER,
Agréé de l'Université.

5° Sciences diverses

Espinas (A.). — Les Origines de la Technologie. Étude sociologique. — Alcan, éditeur, Paris, 1897. vol. in-12 de 295 pages. Prix : 5 fr.

Le livre de M. Espinas est une histoire de la philosophie de l'action en Grèce des origines au IV^e siècle, — une revue des idées générales inspirées aux promoteurs de la civilisation occidentale par les transformations des « techniques », c'est-à-dire des procédés par lesquels les hommes adaptent à leurs fins la Nature et

la Société. C'est une étude « sociologique », parce que l'individu reçoit ces procédés plus encore qu'il ne les invente : un art est un ensemble de règles fixes plutôt qu'une collection d'initiatives raisonnées; ses outils, ses engins, ses formules sont du patrimoine de la conscience collective. A mesure que ce patrimoine se modifie en Grèce, comment se modifient les théories émanantes sur les rapports de la Nature et de l'Art, de l'humanité et de la divinité?

Avant le *v^e* siècle, la technologie est incorporée aux dogmes; et l'esprit public est si plein des dieux que l'homme n'apparaît plus, devant leur omnipotence arbitraire, que comme un être misérable et incapable : Homère et Hésiode traçent des tableaux pessimistes de la condition des mortels. L'initiative humaine ne se montre que pour être châtiée : Zeus se venge de Prométhée. Toutefois, des conceptions plus rassurantes prennent peu à peu le dessus : ces dieux terribles peuvent être des bienfaiteurs : ils donneront, soit directement, soit par l'intermédiaire des héros qu'ils envoient, ces arts qu'ils ne veulent pas qu'on leur dérobe. Les règles des techniques apparaissent, de ce point de vue, comme des expressions des volontés des dieux, qui ne sont pas distinguées elles-mêmes des lois de la Nature. Ainsi, même sous l'empire de la tradition, l'amélioration est possible. La volonté humaine, encore ignorée d'elle-même, peut agir d'accord avec la volonté divine, confondue de son côté avec les lois naturelles. Les puissances qu'on opposera plus tard sont encore indistinctes : la technologie est alors « physico-théologique ».

C'est que les progrès de la technique humaine, quoique sensibles, passent encore comme imperçus, sous le couvert de la religion qui les inaugure. La division du travail est faible. On connaît certains outils, mais on ne porte pas l'attention sur leur structure et leurs propriétés : on les tient pour la continuation, la « projection » des organes. La distinction des parties du temps et de l'espace commence, mais dictée par la religion qui les organise autour des dates ou des places sacrées, et les distribue en fastes ou néfastes. L'architecture, la médecine, la finance se constituent, mais dans les temples ou autour des temples. L'éducation, le droit, la politique, portent la même marque impersonnelle et traditionnelle.

Mais que le progrès des arts se hâte, et la pensée grecque se libère. Ce qui frappe l'historien des techniques au *v^e* siècle, c'est la multiplication, non des machines à proprement parler, mais des instruments, leviers ou coins, haches ou marteaux, scies ou serrures, lyres ou flûtes, nus directement par le bras de l'homme (*ἀνθρώπου*), c'est l'âge du quadriges et de la trirème, des jetées et des aqueducs. Les arts utiles, distingués non plus seulement des pratiques religieuses, mais des beaux-arts, sont cultivés expressément pour leur utilité. Le temps et l'espace sont « neutralisés » : leurs parties sont mesurées et comptées suivant les modes les plus pratiques, abstraction faite de leurs anciens caractères sacrés. La médecine se laïcise. Hippocrate, imprégné par les théories philosophiques et non par les traditions religieuses, est déjà un déterministe qui, s'aidant de moyens le plus souvent mécaniques, utilise la succession réglée des phénomènes pour obtenir la guérison. La pédagogie, la politique, la morale même, prennent à leur tour, dans un monde qui voit les lois faites et défaits par la puissance des tyrans, c'est-à-dire par un pouvoir d'origine et de nature tout humaines, un caractère de plus en plus utilitaire : c'est le règne de la fabrication volontaire artificielle.

Quelles idées générales un pareil spectacle devait-il suggérer? Deux philosophies se partagent les esprits : l'une positive et naturaliste, l'autre métaphysique et transcendante. Mais toutes deux conçoivent l'action sur le modèle de l'opération industrielle élémentaire : la première fait la théorie de la « fabrication humaine », la seconde, de la « fabrication divine ».

Les positivistes eux-mêmes se distinguent les uns des

autres par la place qu'ils accordent, dans leurs conceptions d'ensemble, à la Nature ou à l'Art. Les uns font prédominer celui-ci sur celle-là. Telle serait la tendance de la sophistique, branche déviée de la philosophie naturaliste : un Gorgias, par exemple, confond la science et la pratique, et mesure la vérité au succès. Pour d'autres, dont le Calliclès de Platon pourrait être considéré comme le type, la Nature est toute-puissante, et les institutions humaines ne sont que conventions purement arbitraires. D'autres enfin réconcilient la Nature avec l'Art et aident l'un par l'autre. Tel serait Protagoras, et surtout Démocrite, moraliste en même temps que mécaniste. Démocrite enseigne que les hommes sont capables, par la prudence, de tourner à leur profit les mouvements des atomes : ils peuvent organiser, sur l'accord des intérêts et des idées, des sociétés justes et heureuses. La Nature elle-même, à vrai dire, donne l'exemple à la Société : « La culture, en introduisant l'ordre dans l'humanité, ne fait que continuer l'œuvre de la Nature. » Ainsi la philosophie de Démocrite contient de l'organique à côté du mécanique : elle se représente l'action, non plus seulement sur le type de la fabrication par le dehors, mais sur le type de la production par le dedans, résultant de l'accord spontané des parties.

Parallèlement à cette technologie naturaliste, une technologie « surnaturelle » se développe, œuvre commune des sociétés religieuses, des prophètes, des réformateurs, des philosophes, qui, réagissant contre l'utilitarisme positiviste, préconise les habitudes les plus utiles aux sociétés. Elle part, en effet, de l'opposition des deux ordres qui, dans la période physico-théologique, restaient identifiés, l'ordre naturel et l'ordre divin. Dieu est opposé au monde comme le démiurge à l'œuvre et comme le modèle au tableau. L'idéal de l'âme, image de Dieu, détachée et comme tombée de son essence dans le corps, est de remonter vers Dieu. Tous les arts doivent tendre à cette fin ; c'est dire qu'ils se fondent tous dans la piété : la religion devient la technique universelle. Par ce spiritualisme sont renouvelées et purifiées toutes les pratiques que Platon appelait psychagogiques : la politique se moralise : le type idéal du roi n'est plus l'ouvrier, qui traite les hommes comme des choses, mais le pasteur qui les conduit en s'en faisant aimer. Socrate, comme Phérecyde, Empédocle et Pythagore, travaille à ce renversement du naturalisme, auquel il substitue « l'idéolâtrie ». Il réduit la science à la logique, l'art à la morale, et la morale à la piété. Mais, à vrai dire, sa piété n'est pas de celles qui dédaignent la Nature et s'en détournent ; elle pénètre bien plutôt la nature même de la divinité. Les *νόμοι* deviennent des *θεσμοί*. Le monde moral descend dans le monde physique. Parce qu'elle est chose naturelle, la société n'est nullement maudite ; elle est susceptible d'être, par une méthode rationaliste à la fois spéculative et pratique, organisée conformément au plan idéal ; le libre accord des âmes, régénérées par une morale qui est à la fois science et art, peut constituer une cité divine. Par où l'on remarque que Socrate tend à substituer à sa façon, comme Démocrite, aux concepts de la démiurgie mécanique, ceux de la démiurgie organique. On voit ainsi poindre dans la technologie du *v^e* siècle l'idée qui s'épanouira dans la technologie du *iv^e*.

C'est au seul du *iv^e* siècle que s'arrête l'ouvrage de M. Espinas. Il est à souhaiter qu'il continue et pousse aussi loin que possible cette histoire de la Technologie. Car, — on a pu en juger par ce bref résumé, — le point de vue auquel elle se place est nouveau ; elle met en lumière des rapports qu'on avait jusqu'ici négligé de rechercher systématiquement ; elle est capable de renouveler, sur bien des points, l'histoire de la Philosophie et des Sciences en même temps qu'elle fournira des matériaux à la Sociologie.

C. BOUCLÉ.

Maître de Conférences
à l'Université de Montpellier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Juillet 1898.

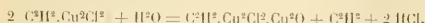
M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la mort de M. **Ferdinand Cohn**, Correspondant pour la Section de Botanique, décédé le 25 juin. — M. **Ph. van Tieghem** rappelle les principaux travaux de M. Cohn. — M. **G. Darboux** lit une notice sur la vie et les travaux de M. **Paul Serret**, savant mathématicien récemment décédé. — M. **Leyden** est élu Correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **O. Callandreau** présente des tables numériques destinées à faciliter le développement, par interpolation, de la fonction perturbatrice; ces tables sont à neuf décimales. — M. **L. Picart** présente ses observations de la comète Giacobini et de la comète Coddington, faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. **Maurice Lévy** a trouvé, au moyen de la théorie mathématique de l'élasticité, une solution simple du problème de l'équilibre élastique d'un barrage en maçonnerie à section triangulaire lorsque le niveau de l'eau dépasse la crête du barrage; mais cette solution n'est plus conforme à celle que donne la règle du trapèze. — M. **Paul Vieille** a étudié la vitesse de propagation des discontinuités dans les milieux en repos. La discontinuité lui apparaît non seulement comme l'agent de propagation d'une condensation à grande vitesse, mais comme le mode le plus actif d'uniformisation des pressions dans le milieu perturbé.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. **G. Lippmann** indique un moyen d'entretenir le mouvement pendulaire sans perturbation; on peut appliquer ce moyen au pendule géodésique. Pour cela, on le munit d'un aimant horizontal, qui pénètre dans une bobine d'entretien; cette bobine reçoit les courants alternés qui servent en même temps à entretenir un balancier muni d'un contact électrique et qui s'entretient lui-même. En mesurant avec grande approximation la durée d'oscillation d'un pendule ainsi entrete nu placé entre deux sphères de plomb, on arriverait probablement à déterminer la masse de la Terre. — MM. **H. Becquerel** et **H. Deslandres** ont poursuivi leurs recherches sur le phénomène de Zeeman à l'aide du puits électro-aimant de M. **P. Weiss**. Les spectres de bandes n'ont pu être ni élargis, ni dédoublés. Pour les spectres de lignes, les auteurs ont observé, outre les modes de division déjà signalés antérieurement, les modes suivants: 1^{er} des raies inverses (les raies du spectre des vibrations parallèles au champ comprennent les raies des vibrations perpendiculaires); 2^e des raies quintuples. Les dédoublements observés dans la région ultra-violette sont, en moyenne, notablement plus petits que ceux de la région bleue. Le phénomène paraît lié à une fonction de la longueur d'onde qui grandit avec cette variable. — M. **E. Branly** est parvenu à démontrer que les oscillations hertziennes sont complètement arrêtées, même par une enveloppe métallique très mince, si elle est hermétiquement close. D'autre part, le passage des oscillations est infiniment plus facile à travers des fentes longues, même très fines, qu'à travers des ouvertures, rondes ou carrées, pratiquées dans la paroi de la caisse métallique. — M. **G. Sagnac** étudie le mécanisme de la décharge par les rayons X; l'action des rayons X est la somme d'un moins deux effets, l'action des rayons X incidents et l'action des rayons secondaires S produits par le métal sous l'influence des premiers. — M. **A. Ponsot** étudie les transforma-

tions isothermiques irréversibles d'un mélange et les conditions de l'équilibre; on les déduit de ce fait que, si la transformation a lieu sous pression constante, le travail non compensé est égal à la diminution du potentiel thermodynamique. — M. **M. Berthelot** montre que le chlorure chromeux est susceptible de décomposer l'eau à froid en dégageant de l'hydrogène lorsqu'on ajoute un peu d'acide chlorhydrique. Le chlorure chromeux ordinaire, renfermant toujours de l'acide libre, doit donc dégager de l'hydrogène et en être saturé. Il faut donc éviter de l'employer dans les analyses endométriques précises ou dans la purification absolue des gaz. — M. **M. Berthelot** a étudié l'action de l'hydrogène libre sur l'acide azotique pur et dilué; ces deux corps ne réagissent pas l'un sur l'autre, ni à froid, ni à 100°. Il existe donc un contraste frappant entre l'action de l'hydrogène libre et celle de l'hydrogène naissant, formé par l'action des métaux sur l'acide azotique lui-même. — M. **Henri Moissan** a obtenu, par l'union directe du calcium et de l'hydrogène, un hydruure transparent, cristallin, de formule CaH_2 . Cet hydruure est stable à haute température; c'est un réducteur énergique; il se décompose violemment au contact de l'eau froide. Dans cette combinaison, l'hydrogène est comparable aux métalloïdes et non pas aux métaux; le composé s'éloigne complètement des hydruures de MM. Troost et Hautefeuille, ou du palladium hydrogéné. Il y a donc deux séries d'hydruures, les uns dans lesquels l'hydrogène semble être en solution dans les métaux, et les autres se formant à température plus ou moins élevée et présentant tous les caractères de combinaisons chimiques et déterminées. — M. **André Duboin** a obtenu de très beaux verres bleus en colorant, par le chromate de potasse ou l'oxyde de chrome, les verres suivants: 1^{er} $4,5 \text{ SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{BaO}$; 2^e $4,5 \text{ SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, 1,5 \text{ CaO}, 1,5 \text{ BaO}$; 3^e $28 \text{ SiO}_2, 9\text{BaO}, 16 \text{ BaO}, 3 \text{Al}_2\text{O}_3$. — M. **R. Metzner** a préparé le séléniate de cuivre en oxydant l'acide sélénieux par un courant de chlore et en neutralisant par l'oxyde de cuivre. Le séléniate formé est très soluble dans l'eau; la solubilité augmente beaucoup avec la température; à 70°, la dissolution se décompose et laisse déposer des cristaux verts de formule $2 (\text{CuO}, \text{SeO}_3) \cdot \text{CuO} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$. L'électrolyse du séléniate de cuivre donne de l'acide sélénique bien pur. — M. **L. A. Hallopeau** a constaté que, lorsqu'on chauffe du paratungstate de potassium dans l'hydrogène, on obtient d'abord à basse température du bioxyde et de l'oxyde bleu de tungstène. A température plus élevée, le bronze de tungstène $\text{K}_2\text{O}, \text{Tu}_2\text{O}_3 - \text{TuO}_2$ prend naissance. Enfin, au rouge vif, on obtient du tungstène métallique. — M. **André Job** a découvert un nouveau réducteur alcalin se prêtant à l'analyse volumétrique: c'est la dissolution d'un sel ferreux dans le pyrophosphate de sodium. C'est un réducteur très énergique, restant incolore même après l'oxydation, ce qui permet de saisir nettement le virage. — M. **J. Cavalier** est parvenu à analyser complètement, par un procédé volumétrique, des solutions renfermant à la fois de l'acide phosphorique PO_4H_3 et les deux éthers acides d'un même alcool PO_4RH_2 et $\text{PO}_4\text{R}_2\text{H}$. Par tirage à froid avec la baryte et le méthylorange, on obtient l'ensemble des trois acides; par tirage à chaud avec la phthaléine, on obtient l'ensemble des deux acides polybasiques; on sépare l'acide phosphorique par précipitation et on dose le dernier. — M. **Henri Lasne** communique quelques expériences destinées à démontrer l'exactitude du dosage de l'acide phosphorique par précipitation en présence du citrate d'ammoniaque; contrairement aux affirmations de M. Léo Vignon, la précipitation est

intégrale au bout de 46 heures au maximum. — **M. E. Lamblang** a préparé les composés de l'isocyanate de phényle avec les éthers et les nitriles de quelques oxyacides; dans tous les cas, pour les nitriles comme pour les éthers, il a obtenu des phénylnitriles avec de bons rendements. On voit donc que le groupement CAz n'exerce pas d'influence sur la fixation de l'isocyanate de phényle par l'oxhydryle alcoolique voisin. — **M. Chavastelon**, en laissant tomber le composé $\text{C}^{\text{H}}_2\text{Cl}^{\text{C}}\text{Cl}^{\text{C}}\text{Cl}^{\text{C}}$ dans de l'eau distillée privée d'air, a obtenu un nouveau corps, violet, de formule $\text{C}^{\text{H}}_2\text{Cl}^{\text{C}}\text{Cl}^{\text{C}}\text{Cl}^{\text{C}}\text{O}$, qui se forme suivant l'équation :



M. Ch. Moureu a obtenu, par réaction du tétrabromure d'acétylène sur la pyrocacétine dipotassée, l'éthane-dipyracétine : $\text{C}^{\text{H}}_2\text{O}^{\text{C}} = \text{C}^{\text{H}}_2 = \text{C}^{\text{H}}_2\text{O}^{\text{C}}$. L'hydrolyse de ce composé par les acides redonne de la pyrocacétine et un corps de formule $\text{C}^{\text{H}}_2\text{O}^{\text{C}}$. — **M. Cœhsner de Coninck** a constaté que l'élimination des chlorures était très considérable chez les enfants rachitiques. — **M. Léo Vignon** a observé que les textiles ont, pour chaque liquide, des pouvoirs absorbants spécifiques; la soie possède le pouvoir absorbant le plus considérable; la laine vient en second lieu, puis le coton. Physiquement, les textiles doivent être considérés comme des corps poreux; leur pouvoir absorbant pour l'eau est à peu près égal à celui d'une éponge grossière. Cette porosité a une influence dans la teinture et l'impression.

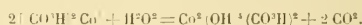
3° SCIENCES NATURELLES. — **M. E. Grasset**, à la suite de ses recherches sur le goitre dans le Puy-de-Dôme, a été conduit à admettre la nature infectieuse de cette maladie. En effet, il a constaté la présence, dans le sang de goitreux récents, d'hématozoaires, analogues à ceux du paludisme, qui seraient la cause de la maladie. — **M. Emile Yung** a constaté que l'extrait du pancréas des Squales tantôt digère la fibrine, tantôt la laisse intacte. Si on ajoute un peu d'extrait de rate, la fibrine est toujours digérée. Le pancréas des Squales engendre donc un ferment digérant la fibrine dans des conditions encore mal déterminées. — **M. Louis Calvet** a étudié le développement et la structure de la larve de quelques Bryozoaires Chétilostomes. L'endoderme conserve ses caractères embryonnaires primitifs pendant toute la durée du développement larvaire. Le mésoderme apparaît très tardivement; il ne se différencie que peu de temps avant l'éclosion de la larve. Le système neuromusculaire existe chez les vivipares comme chez les ovipares, le tube digestif seul fait défaut chez les vivipares. — **M. Ad. Chatin** conseille de faire les plantations d'arbres à cidre non dans les cultures proprement dites, où ils sont souvent endommagés au moment du labourage, mais dans les prairies à faucher. Il a réalisé cette association depuis environ trente ans, sur une surface de 60 hectares, et a obtenu un bon rendement.

Séance du 11 Juillet 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Martin Krause** détermine les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce lorsque la quantité t prend la valeur 0 et que $m = 1$ ou 2.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. A. Guillet** a réalisé pratiquement le mode d'entretien du pendule sans perturbation proposé par **M. Lippmann** et qui consiste à imprimer au pendule deux impulsions égales en un même point de sa trajectoire, l'une à la montée et l'autre à la descente. Les impulsions sont produites au moyen des courants d'induction dus à la fermeture et à l'ouverture d'un circuit inducteur. — **M. C. Gutton** a recherché comment s'effectue le passage des ondes sur un fil secondaire disposé parallèlement au fil primaire dans la région voisine du point de force électrique nulle. Le passage introduit une différence de phase d'une demi-période, c'est-à-dire renverse le sens de la force élec-

trique; les ondes secondaires sont de même forme, mais l'amplitude de l'oscillation est plus faible. — **M. E.-H. Amagat** rappelle, au sujet des communications récentes sur la loi du mélange des gaz, qu'il avait autrefois donné pour l'air la loi suivante : Dans l'air, l'oxygène et l'azote paraissent se comprimer séparément comme s'ils étaient seuls non à la pression qu'ils ont dans le mélange, mais à celle du mélange. D'après les derniers travaux de l'auteur, cette loi se vérifie bien jusqu'à 3.000 atmosphères. — **M. L. Teisserenc de Bort** résume les résultats des ascensions des trois ballons-sondes lancés à Trappes le 8 juin. On a pu dresser un tableau fort exact des variations de la température avec la hauteur et la pression, les trois ballons se contrôlant mutuellement. Le retard des thermomètres sur la température de l'air a été beaucoup réduit par de nouvelles dispositions. — **MM. A. Berget et L. Décombe** demandent l'ouverture d'un pli cacheté renfermant un mémoire sur un moyen d'éviter les collisions des navires en temps de brume, par un appareil à ondes électriques servant d'avertisseur. — **M. Aug. Râteau** présente un projet d'appareil permettant d'obtenir la vision stéréoscopique en cinématographie. — **M. M. Berthelot** a constaté que l'acide azotique pur ne se décompose pas à la température ordinaire, dans l'obscurité, pendant une durée de deux mois. Au contraire, à 100°, il se décompose, quoique incomplètement, en peroxyde d'azote, oxygène et eau; cette décomposition n'est pas réversible par simple refroidissement. L'acide hydraté n'éprouve qu'un commencement de dissociation à 100°. L'étude thermochimique des phénomènes montre bien la cause de ces réactions. — **M. André Job** a déterminé la formule d'oxydation des sels de cobalt en liqueur alcaline, d'une part en réduisant par le réactif ferreux la liqueur verte formée par oxydation du cobalt, d'autre part en mesurant la quantité d'acide carbonique dégagée. Le cobalt passe de l'état d'oxydation CoO à l'état CoO^{H} ; la réaction est la suivante :



MM. A. Joly et E. Leidié, en chauffant au-dessus de 440° les azotites doubles de rhodium et de potassium, de sodium et de baryum, ont obtenu des corps répondant aux formules : $6 \text{RhO}^{\text{H}}, \text{K}^{\text{H}}$, $8 \text{RhO}^{\text{H}}, \text{Na}^{\text{H}}$, $12 \text{RhO}^{\text{H}}, \text{Ba}^{\text{H}}$. Ces formules mettent en évidence l'existence d'un oxyde rhodéux RhO^{H} , à fonction acide, dominant des rhodites avec les métaux alcalins. — **M. Albert Granger** a employé comme cuvette un tétrahydrostate mixte de baryum et de sodium; en cuisant de la porcelaine avec cette cuvette vers 1.250° en feu réducteur, on a obtenu des teintés bleus, allant d'un bleu clair à l'indigo; elles sont dues à la formation d'oxyde bleu de tungstène. — **M. G. Urbain** est parvenu à dédoubler, par de nouvelles cristallisations, la limite inférieure de fractionnement, de poids atomique 97, des terres yttriques provenant des sables monazites. Il en a isolé de l'yttrium à poids atomique 89 et des terres du groupe des terbines dont le poids atomique atteint 151,4 et même plus. — **M. A. Mouneyrat** a étudié l'action bromurante du bromure d'aluminium dans la série acyclique. Le bromure d'éthyle $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Br}$, en présence de bromure d'aluminium et de brome, donne successivement du bromure d'éthylène $\text{CH}_2\text{Br} - \text{CH}_2\text{Br}$, du tétrabromure d'acétylène $\text{ClBrBr}^{\text{H}} - \text{ClBrBr}^{\text{H}}$ et de l'hexabrométhane $\text{CBr}_2 - \text{CBr}_2$. L'action de AlBr_3 sur $\text{CH}_3\text{Br} - \text{CH}_2\text{Br}$ seul donne lieu à la formation d'acétylène et d'acide bromhydrique. — **MM. P. Cazeneuve et Albert Morel** ont préparé des éthers carboniques mixtes phénoliques et alcooliques par ébullition du carbonate de phényle au sein des divers alcools avec de l'urée ou de la pyridine. Ces corps présentent des anomalies singulières. Les points d'ébullition ne croissent pas avec le poids moléculaire, les densités de même. — **M. J. Cavalier** a déterminé les vitesses de saponification par l'eau des trois éthers phosphoriques d'un même alcool; l'éther trialcoolique se décompose le plus vite, puis

vient l'éther monoalcoolique et enfin l'éther dialcoolique. Les vitesses de décomposition varient très rapidement avec la température. — **M. G. Fayrel** a obtenu, par l'action du chlorure de tétrazodiphényl sur les cyanates de méthyle et d'éthyle, les diphenyldibenzoncyanates de méthyle et d'éthyle; avec les chlorures de tétrazodiorthotolyl et de tétrazodiorthoanisyl, on obtient des composés analogues. — **M. L. Jolly** montre que le phosphore minéral qui échappe aux méthodes de dosage de l'acide phosphorique n'est pas du phosphore incomplètement oxydé, ni de l'acide phosphoglycérique, comme le croyaient MM. Lépine et Aubert, mais simplement de l'acide phosphorique combiné à des bases métalliques et intimement associé à des matières azotées, association qui a résisté à l'action des digestifs et des oxydants intra-organiques. — **MM. A. Etard et Bouilhac** ont vérifié que le pigment vert du *Nostoc punctiforme*, cultivé à l'abri de la lumière, était de nature chlorophyllienne. Dissous dans l'alcool, il donne au spectroscope quatre bandes, en perspective d'intensité, très nettement visibles. — **M. J.-M. Albahary** a obtenu, par l'action de l'iode en présence du phosphore et de l'eau sur l'albumine d'œuf, un acide qui donne avec le sodium un sel bien défini; il renferme du carbone, de l'hydrogène, du soufre, de l'azote et de l'oxygène; l'auteur le nomme acide ovalbuminique. Il donne un sel d'or bien cristallisé. — **M. Gabriel Bertrand** a étudié l'action de la bactérie du sorbose sur le xylose ou sucre de bois; ce dernier corps est transformé presque entièrement en acide xylonique, qui a été reconnu et isolé sous forme de xylondichlorure de cadmium.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. Antoine Pizon** présente de nouvelles observations sur la vie coloniale des Tuniciers fixés (Botrylls et Botryllodes). Le phénomène le plus curieux que présentent ces colonies est celui de la vitalité particulière du cœur; celui-ci continue à battre longtemps après la mort et la dégénérescence de l'ascidiozoïde. — **M. Ch. Janet** a constaté que les chambres et galeries des nids de fourmis ont une réaction alcaline, attribuable aux produits sécrétés par les glandes tégumentaires. Lorsque les fourmis sont inquiétées, elles lancent alors du venin, qui possède une réaction acide. Mais ce venin est, dans la suite, neutralisé par la sécrétion alcaline. — **M. Lucien Daniel** a greffé la carotte sauvage sur une carotte cultivée, la rouge demi-longue. Le greffon a donné des graines qui, semées, ont produit de nouvelles carottes intermédiaires entre la variété sauvage et la variété cultivée. Cette expérience montre, d'une part, l'influence du sursur la postérité du greffon; d'autre part, la possibilité d'améliorer les plantes sauvages par la greffe suivie de semis.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 28 Juin 1898.

L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la Section d'accouchements. **M. Ribemont-Dessaignes** est élu. — En réponse à une demande de M. le Ministre de l'Intérieur, la Commission permanente de l'Hygiène de l'Enfance répond, par la voix de M. Reclus, rapporteur, que les maladies justiciables du séjour dans un hôpital marin sont : le rachitisme, la scrofule et la plupart des manifestations de la tuberculose, surtout pendant l'enfance et l'adolescence. — **M. Grancher** répond aux observations et aux critiques qui ont été adressées à son Rapport sur la prophylaxie de la tuberculose. Puis on procède au vote de ses conclusions. Ces conclusions sont celles qui ont déjà été publiées ici même (pages 436 et 437); on a ajouté au paragraphe 2 un article visant la désinfection du domicile et du linge des tuberculeux. Puis on a introduit un dernier paragraphe sur le maintien et l'accroissement des forces dans l'armée, ainsi conçu : 1^o Assurer, par des crédits suffisants, l'exécution des prescriptions relatives à la salubrité des casernes ; augmentation du volume d'air dévolu à chaque homme ; aération continue des chambrées ;

isolement des infirmeries et des réfectoires, etc. ; 2^o fortifier la résistance des hommes par une réparation suffisante, en augmentant le taux de la ration alimentaire ; 3^o profiter, autant que possible, des saisons et des moments les plus favorables de l'année pour l'appel des classes, les changements de garnison, les manœuvres, marches de nuit, etc. L'ensemble des conclusions, mis aux voix, est adopté à l'unanimité. L'Académie décide, en outre, la création d'une nouvelle commission permanente, dite *Commission de la Prophylaxie de la Tuberculose*, qui aura pour objet d'encourager et de coordonner tous les efforts contre l'envahissement de cette maladie. — **M. Gilbert Ballet** donne lecture d'un mémoire sur les lésions des cellules de l'écorce cérébrale dans certaines formes de confusion mentale (psychose polynévritique). — **M. Galliano** lit un mémoire sur le traitement du mal de mer.

Séance du 5 Juillet 1898.

L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la Section de Pathologie chirurgicale. **M. Peyrot** est élu. — **M. Panas** a étudié le strabisme fonctionnel dit concomitant. Il réside dans une simple incoordination de la convergence, mais celle-ci ne se cantonne pas sur un seul œil, comme on le croyait jusqu'à présent; elle porte sur les deux yeux à la fois. Dès lors, l'intervention chirurgicale doit porter aussi sur les deux yeux; elle consiste dans une ténotomie, ou recul du tendon des muscles déviateurs, et dans l'avancement des muscles antagonistes. Sur 220 opérations, l'auteur a obtenu 190 redressements complets et immédiats et 30 où il subsistait encore un certain degré de convergence. — **M. Th. Anger** lit un mémoire sur le traitement des tumeurs érectiles par les injections coagulantes. — **M. Savoire** donne lecture d'un travail sur les essais thérapeutiques dans la tuberculose pulmonaire au moyen de doses élevées de créosote.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 25 Juin 1898.

MM. A. Charrin et Guillemonat ont déterminé la conductibilité des différents tissus pour la chaleur, dans le but d'étudier le rayonnement calorifique de la surface du corps. Le poulmon vient en première ligne; la graisse, le muscle, le foie suivent. — **M. Péchoutre** a étudié les lésions médullaires produites par le tétanos expérimental; les cellules motrices des cornes antérieures, examinées par la méthode de Nissl, présentent des modifications du corps cellulaire et du noyau. — **M. Léopold Lévy** a observé, dans la neurosthénie, deux symptômes d'ordre vaso-moteur: des ecchymoses spontanées au niveau des membres inférieurs et l'apparition d'une bulle de pemphigus à la paume de la main. — **M. Ch. Richet** a constaté qu'un canard dont la trachée est liée meurt plus vite à l'air que s'il est immergé dans l'eau. — **M. Lapicque** établit le rapport du poids de la moelle au poids du corps chez le chien. — **M. Capitan** donne quelques renseignements sur l'exécution de Carrara. — **MM. Mairet et Vires** indiquent que le sérum sanguin des épileptiques est moins toxique dans les périodes interparoxystiques que celui de l'homme sain.

Séance du 2 Juillet 1898.

MM. Roger et Garnier déterminent l'état fonctionnel du foie en introduisant dans l'intestin une quantité déterminée d'hydrogène sulfuré et en recherchant l'apparition du gaz dans l'air expiré au moyen d'un papier à l'acétate de plomb. Le foie intercepte de notables proportions d'hydrogène sulfuré à l'état sain; quand la cellule hépatique est intoxiquée, elle en retient beaucoup moins et on peut employer des doses plus faibles de gaz. — **MM. Albarban et Hallé** ont étudié l'hypertrophie de la prostate. La lésion primitive et essentielle est une lésion glandulaire; les lésions du stroma fibromusculaire sont secondaires. Dans un dixième des cas,

il y a, en outre, des lésions cancéreuses. — M. Dufour a constaté que l'élimination du bleu de méthylène par le rein est indépendante des états d'excitation et de dépression que peut présenter un malade: — MM. Charvin et de Nittis ont cultivé un bacille pyocyanique noir sur milieu spécial et lui ont fait sécréter des pigments noir, bleu, vert et jaune. — M. Delcardé a injecté du sérum artificiel à un saturnin. Les douleurs disparaissent et il se produit une abondante évacuation.

M. A. Pettit est élu membre de la Société.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

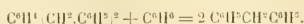
SECTION DE NANCY

Séance du 23 Juillet 1898.

MM. A. Haller et P.-Th. Muller ont commencé l'étude des propriétés optiques (réfraction, dispersion, pouvoir rotatoire) de certains dérivés du camphre : benzyl et benzalcampbres, pipéronal-, anisal-, cuminal campbres. On a opéré en solution dans le toluène à des concentrations moléculaires égales et à peu près à la même température de manière à éliminer autant que possible l'influence du dissolvant. Ainsi que l'a déjà observé M. Gladstone sur le benzylcampbre, l'énergie réfringente et la dispersion des corps analogues s'écartent sensiblement de l'énergie calculée avec les coefficients habituels de Brühl et de Conrad. Quant aux pouvoirs rotatoires, M. Haller a déjà constaté que la plupart de ces corps possédaient, en solution dans le toluène, un pouvoir rotatoire spécifique supérieur à 400°. — M. Muller a essayé de déterminer la formule moléculaire du dinitrostilbène disulfonate de sodium qu'il doit à l'obligeance de MM. Green et Wahl. Il a employé la méthode électrique en se basant sur la règle des valences d'Ostwald et de Bredig. Il a trouvé que cette molécule complexe qui, par ses propriétés chimiques, semble bivalente, est, au contraire, nettement monovalente au point de vue de la conductibilité. Cette exception à une règle générale est très remarquable. M. Muller se propose d'effectuer d'autres essais sur des corps semblables. — MM. Haller et Demange ont étudié l'action qu'exercent les différents dissolvants sur le pouvoir rotatoire des campbres cyanés gauche et droit. Les mesures ont été faites en employant des solutions renfermant $\frac{1}{10}$ de molécule par litre, et la température de l'observation variait de 22 à 24°. Ils ont observé :

Dans l'alcool méthylique.	(α_D) = $\pm 40^\circ$ environ.
l'alcool éthylique.	(α_D) = $\pm 35^\circ$ —
l'alcool propylique.	(α_D) = $\pm 43^\circ$ —
l'éther acétique.	(α_D) = $\pm 36^\circ$ —
l'acétone.	(α_D) = $\pm 32^\circ$ —
le benzène.	0
le toluène.	0
l'o. xylène.	(α_D) = $\pm 3^\circ$ —
le m. xylène.	(α_D) = $\pm 3^\circ$ —

Ce qui frappe dans ces résultats, c'est l'inactivité des solutions benzéniques et toluéniques. Quand on double la teneur des solutions en camphre cyané, la même inactivité se manifeste. Mais si à ces solutions on ajoute de l'alcool absolu, la rotation apparaît de nouveau et augmente avec la quantité d'alcool ajoutée. M. Haller avait déjà observé des phénomènes de ce genre avec les isocampbols ou bornéols- β , sans toutefois avoir trouvé pour ces combinaisons un dissolvant qui annihile complètement le pouvoir rotatoire. — M. Collin, en faisant agir du bromure d'aluminium sur un mélange de dibromure d'o-xylène et de benzène, a obtenu un mélange de diphenylméthane et d'orthodibenzylbenzène, fondant à 78° et distillant vers 250° sous 30 mm. de mercure. Cet orthodibenzylbenzène, chauffé avec de la benzène en présence de chlorure d'aluminium, se transforme intégralement en diphenylméthane :



Le bromure d'aluminium agit sur un mélange de dibromure d'o-xylène et de toluène pour donner une huile distillant vers 170-190° sous 21 millimètres de mercure, et une autre huile distillant à 270-272° sous 17 millimètres de mercure, qui laisse déposer des cristaux fondant à 63-64°. L'analyse de ce corps et sa cryoscopie dans le benzène lui attribuent la formule suivante : $C_{12}H_{14} \cdot CH_2 \cdot C_6H_4 \cdot CH_2 \cdot C_6H_5$. C'est du diparaxylorthobenzène. M. Arth signale le fait suivant qu'il a observé et qu'il se propose d'étudier plus complètement dans la suite. Si, dans une solution contenant 25 grammes d'acétate de sodium cristallisé et 25 grammes d'acide acétique par litre, on immerge une lame de fer comme anode et une lame de platine servant de cathode, le fer se dissout à l'état d'acétate ferreux tant que le courant reste suffisamment faible. En augmentant progressivement la densité du courant, on remarque à un certain moment (quand la densité atteint 0,65 ampère environ par décimètre carré) que des bulles de gaz commencent à se dégager sur la lame de fer, en même temps l'ampérage s'abaisse jusqu'à un point où il reste à peu près fixe et le voltage augmente. A partir de ce moment, c'est de l'acétate ferrique qui prend naissance et le liquide se colore en rouge. On peut à volonté, dans le même bain, obtenir le sel ferreux ou le sel ferrique. Ces phénomènes ont une certaine analogie avec ceux que M. Hittorf a étudiés récemment avec le chrome.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES

James Walker : Sur le retard relatif produit, entre les composants d'un faisceau de lumière, par le passage à travers une lame cristalline coupée dans une direction quelconque. — Supposons une plaque coupée dans un cristal à deux axes, la surface de la plaque étant le plan des xy et le plan perpendiculaire à la plaque contenant un des axes d'élasticité du cristal. Soient OT (fig. 1) la normale à l'onde plane incidente, OP et OP' les normales aux ondes réfractées, SIOM. ON et ON' représentent les espaces que ces ondes traversent dans l'unité de temps, les plans perpendiculaires à OT,

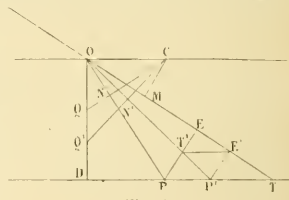


Fig. 1.

OP et OP' et passant par M, N, N', représenteront les fronts des ondes dans l'unité de temps après leur passage en O, et ces plans, d'après le principe de Huygens, se couvriront en C à la surface de la plaque. OT, OP et OP' rencontrent la seconde surface de la plaque en T, P et P'; menons par P et P' des perpendiculaires PE, P'E' à OT et par E' une parallèle E'T à la surface de la plaque. Soient OD perpendiculaire à la plaque et Q, Q' les points d'intersection des fronts des ondes réfléchies.

Le retard relatif Δ , mesuré en temps, des deux radiations réfractées après leur sortie de la plaque, est représenté par :

$$\left[\frac{OP}{ON} - \frac{OE}{OM} \right] - \left[\frac{OP'}{ON'} - \frac{OE'}{OM} \right],$$

ce qui se réduit, par la considération des triangles semblables de la figure 1, à :

$$OD \left[\frac{1}{OQ} - \frac{1}{OQ'} \right],$$

D'autre part, si les équations des ondes réfractées sont :

$$lx + my + nz = 1 \quad \text{et} \quad lx + my + n_z z = 1,$$

le retard Δ peut être représenté par :

$$T(n_1 - n_2),$$

la vitesse de la lumière dans l'air étant prise comme unité, T étant l'épaisseur de la plaque et n_1, n_2 , les racines positives d'une équation biquadratique en n , obtenue en exprimant que $lx + my + nz = 1$ est un plan tangent à la surface de l'onde. En écrivant les racines de l'équation biquadratique en séries procédant suivant les puissances de $\sin i$, et en exprimant les coefficients (qui sont des fonctions linéaires de $\sin i$) comme des fonctions symétriques des racines, les termes de la série peuvent, en général, être déterminés successivement au moyen d'équations linéaires; ils possèdent la forme $\pm \alpha' + \gamma, \pm \alpha'' - \gamma$, où :

$$\alpha = \alpha_0 + \alpha_1 \sin i + \alpha_2 \sin^2 i + \alpha_3 \sin^3 i + \dots$$

et :

$$\gamma = \gamma_3 \sin^3 i + \gamma_5 \sin^5 i + \dots$$

Δ devient alors égal à :

$$T' - \alpha'' + 2\gamma.$$

Cette méthode doit être modifiée dans le cas où la plaque est perpendiculaire à un axe optique; l'équation biquadratique peut alors s'écrire :

$$n^4 + C_0 + C_2 \sin^2 i + C_4 \sin^4 i + C_6 \sin^6 i + C_8 \sin^8 i + C_{10} \sin^{10} i = 0.$$

En négligeant le coefficient de n , les racines de l'équation deviennent $\pm(\pi + \rho), \pm(\pi - \rho), \pi$ et ρ étant des séries procédant respectivement suivant les puissances paires et impaires de $\sin i$. Si l'on admet que les racines actuelles sont $\pi + \rho + \alpha, \pi - \rho + \beta, \dots$, les termes successifs des séries α, β, γ sont déterminés comme dans la méthode précédente, et sont de la forme (en s'arrêtant aux termes du quatrième ordre) :

$$\begin{aligned} \alpha &= -\gamma = \alpha_2 \sin^2 i + \alpha_3 \sin^3 i + \alpha_4 \sin^4 i, \\ \beta &= -\gamma = \alpha_2 \sin^2 i - \alpha_3 \sin^3 i + \alpha_4 \sin^4 i, \end{aligned}$$

d'où l'on tire pour Δ la valeur :

$$2T(\rho + \alpha).$$

Edwin Edser : Extension de la Théorie électromagnétique de la lumière comprenant la dispersion, la réflexion métallique et les phénomènes analogues. — L'auteur considère un diélectrique, un électrolyte par exemple, comme composé de molécules, formées chacune, dans le cas le plus simple, de deux atomes chargés d'électricités de signes contraires et situés à une distance définie. Dans un milieu homogène, non soumis à une tension électrique, ces molécules sont disposées de telle façon que chaque élément de volume ne possède aucun moment électrique. Si une différence de potentiel définie est maintenue entre deux plans parallèles situés dans le milieu, les atomes chargés positivement se dirigeront vers les points de plus bas potentiel, les atomes chargés négativement vers les points de plus haut potentiel. Ainsi il se produit deux sortes de tension moléculaire : 1° une rotation moléculaire ; 2° une séparation de la molécule en ses atomes constituants. Soient P l'intensité électromotrice en chaque point du milieu, et D le déplacement électrique autre que celui produit par les charges atomiques; on aura :

$$P(1 + 4\pi M) = 4\pi D,$$

où M est une constante dépendante de la nature du milieu; la quantité $(1 + 4\pi M)$ représente la capacité inductive spécifique du milieu. Le déplacement linéaire des atomes est considéré comme faible relativement aux grandeurs moléculaires.

L'équation de Maxwell — qui exprime que l'intégrale de l'intensité électromotrice autour d'un circuit fermé est égale à la diminution de l'induction magnétique à travers le circuit — n'est pas modifiée lorsqu'on considère

la propagation des perturbations dans le milieu décrit ci-dessus. La deuxième équation de Maxwell doit être modifiée par l'addition, au courant de déplacement total en chaque point, de l'expression Σqv , où q est la charge atomique et v la vitesse de cette charge dans la direction considérée. Les équations subsidiaires pour les vibrations atomiques (de rotation et de séparation) sont alors déterminées, et on obtient finalement la valeur suivante de l'indice de réfraction :

$$\mu^2 = \mu_0^2 + \frac{e^2 \gamma_1^2}{\lambda^2 - \lambda_1^2} + \frac{e'' \gamma_2^2}{\lambda^2 - \lambda_2^2},$$

qui est la forme la plus générale de la formule de dispersion de Ketteler. On trouve que μ^2_{∞} est égal à la capacité inductive spécifique, ce qui avait été prévu.

L'auteur explique la double réfraction, dans le cas d'un cristal uniaxe, en supposant que les molécules sont disposées avec leur axes parallèles à une certaine direction; les perturbations électriques perpendiculaires à cette direction produisent une rotation moléculaire, tandis que celles qui sont parallèles produisent une séparation inter-atomique. L'auteur rappelle que lord Kelvin a été conduit à admettre une structure cristalline analogue à celle décrite ci-dessus pour expliquer les propriétés thermo-électriques de la tourmaline.

Si l'on admet qu'une substance métallique ou quasi-métallique possède la structure considérée plus haut (avec cette distinction qu'un terme de viscosité est introduit dans l'équation de la vibration atomique), l'indice de réfraction d'un métal a la forme d'une quantité complexe, dont la partie imaginaire est essentiellement positive. Les lois ordinaires de la réflexion métallique, trouvées par Cauchy et d'autres, sont confirmées. Pour les métaux dont la partie réelle du carré de l'indice de réfraction est une quantité négative, la vitesse de propagation de la lumière doit être inversement proportionnelle à la viscosité moléculaire. Comme M. Tomlinson a montré que, pour ces métaux, l'ordre de grandeur des résistances électriques spécifiques est le même que celui des viscosités moléculaires, une relation s'établit entre la vitesse de la lumière et la conductibilité électrique du métal, relation analogue avec celle obtenue expérimentalement par Kundt.

J. Reginald Ashworth : Méthodes pour rendre les aimants indépendants des changements de température. — Les expériences de l'auteur ont porté sur un certain nombre d'aciers au manganèse, au tungstène, au cobalt et au nickel et de fers fondus, soit à l'état normal, soit trempés, soit recuits. Dans chaque expérience, la barre de métal était magnétisée entre les pôles d'un puissant électro-aimant, excité par une batterie de 26 éléments. L'aimant était alors fixé dans un tube horizontal, à travers lequel pouvaient passer successivement un courant d'eau froide et un courant de vapeur. Le tube et son contenu étaient alors placés devant un magnétomètre, perpendiculairement au méridien magnétique. Les déviations de l'aiguille étaient lues sur une échelle par l'intermédiaire d'un miroir. L'intensité de la magnétisation en unités C. G. S., ou le moment magnétique par unité de volume, était déterminée par la formule :

$$I = H \frac{d^2 - l^2}{2dl} \lg \theta \frac{\sigma}{m},$$

où la force horizontale H était égale à 0,18 et la densité σ , considérée comme uniforme, était de 7,8; m est la masse en grammes, d , la distance du centre de l'aimant à l'aiguille du magnétomètre, l , la demi-longueur de l'aimant, et θ la déviation. On chauffait et refroidissait successivement l'aimant jusqu'à ce que l'intensité devint constante aux deux températures extrêmes (10° et 200° et 400°). Le coefficient de température α se calculait au moyen de l'équation :

$$I = I_0 (1 - \alpha(t - t_0)).$$

La perte totale irréversible de magnétisme β , résultant de la série d'échauffements et de refroidissements de l'aimant, se calculait par la formule :

$$I_r = I_i (1 - \beta_r)$$

où I_r et I_i sont les intensités finales et initiales. Le résultat des expériences est donné par le tableau I :

L'auteur a ensuite étudié spécialement les cordes de piano, coupées à une longueur de 12 centimètres. Magnétisées à l'état normal, elles présentent un coefficient négatif; chauffées, le coefficient devient positif. Voici le résultat d'une expérience faite pour déterminer le moment où le coefficient devient nul (tableau II).

Le fait que le coefficient négatif ne se reproduit pas après que le fil a été chauffé au rouge montre que ce

Tableau I

N ^{os}	SPÉCIMEN	CONDITION	I 2 l	II d	III m	IV R=2 l d	V l ₁	VI l ₂	VII β	VIII α à 0,00
1	Acier pour aimant	Trempe	13,9	2,0	366	8,0	53,2	40,6	0,237	+ 137
2	Acier au manganèse	—	15,2	2,4	532	6,3	0,75	0,63	0,150	+ 031
3	—	Recuit	15,1	2,3	520	6,5	0,30	0,257	0,150	+ 045
4	Acier au tungstène	Trempe	16,0	2,6 c) ¹	855	6,1	39,7	34,1	0,142	+ 152
5	—	—	16,0	2,7 c	856	5,9	69,8	50,3	0,280	+ 025
6	—	—	11,9	0,97	65	12,0	183,9	132,6	0,287	+ 069
7	—	—	16,5	0,97	92	17,0	215,3	171,8	0,174	+ 097
8	Acier au cobalt	—	10,8	3,14	650	3,4	16,4	12,8	0,217	+ 115
9	Acier au nickel	—	16,0	2,5 c	777	6,4	28,7	25,1	0,160	+ 025
10	—	Brut	20,3	1,95	480	10,4	16,7	12,6	0,244	+ 200
11	—	Trempe	20,3	1,95	480	10,4	128,0	109,4	0,145	+ 032
12	—	—	15,7	1,6 c	331	9,8	70,8	55,7	0,526	— 017
	—	Recuit	"	"	"	"	106,4	66,1	0,303	+ 024
	—	Trempe	"	"	"	"	111,7	55,9	0,500	— 018
13	—	—	16,0	1,4 c)	247	11,4	0,54	0,42	0,225	— 054
14	—	—	16,3	1,3 c)	242	12,5	0,54	0,45	0,169	— 005
15	Fer fondu	Brut	14,5	1,35	175	13,0	52,4	37,6	0,279	+ 288
16	—	Trempe	16,0	1,35	160	11,8	193,1	167,8	0,131	+ 018
17	—	Brut	15,3	1,17	113	13,1	39,5	37,2	0,374	+ 272
18	—	Trempe	15,3	1,17	111	13,1	210,9	180,4	0,146	+ 016
19	—	Brut	15,3	1,17	113	13,1	56,9	35,6	0,374	+ 242
20	—	Trempe	15,2	1,17	112	13,0	190,6	174,8	0,083	+ 016
21	—	Brut	12,8	0,98	65	13,0	27,3	26,3	0,038	+ 053
22	—	Trempe	12,0	0,96	59	12,5	31,1	27,9	0,104	+ 029
23	—	—	13,6	2,52	173	5,4	5,0	4,6	0,074	+ 054

Parmi les spécimens du tableau I, les aciers au nickel et les fers fondus présentent un intérêt spécial. Les nos 12, 13 et 14 présentent cette particularité d'avoir un faible coefficient négatif de température. Le n° 12 soumis au recuit possède un coefficient positif; si on le retrempe, le coefficient redevient négatif. Il n'est pas douteux qu'en modifiant soigneusement le degré de trempe de cet acier, on ne parvienne à obtenir un coefficient de température nul. Les fers de fonte bruts ont une faible intensité de magnétisation, une forte perte et un grand coefficient de température. Trempe, leur

coefficient est en partie dû à la structure qu'a prise le fil pendant l'étrépage, structure qui se modifie par le chauffage.

Le coefficient de température dépend également de l'épaisseur du fil; il devient de plus en plus négatif à mesure que le diamètre du fil diminue pour une même longueur, ou que le rapport de la longueur au diamètre augmente. En même temps, la perte totale de magnétisme diminue et l'intensité de magnétisation augmente. Ces faits ont été vérifiés sur une série de fils de diamètres de plus en plus petits: ils ont été observés

Tableau II

N ^{os}	ÉTAT	R= $\frac{2 l}{d}$	I _i	I _r	β	$\alpha = 0,00$
16 a	Brut	109	649,0	644,6	0,008	— 0,023
"	Chauffé à 260°	"	792,1	769,2	0,029	— 0,018
"	Chauffé au rouge sombre	"	883,0	863,6	0,022	— 0,002
"	—	"	892,0	869,0	0,026	+ 0,003
"	Trempe	"	759,5	737,1	0,040	+ 0,008
"	Recuit	"	849,0	830,1	0,023	+ 0,006

coefficient devient égal ou inférieur à celui des meilleurs aciers; la variation de l'intensité avec la température est presque strictement linéaire et ces aimants se montrent très constants quand ils sont soumis aux chocs et aux coups.

¹ La lettre c, dans la colonne 2 du tableau I, indique les barres à section carrée; les autres barres ont une section circulaire.

aussi sur un même fil dont on diminuait progressivement le diamètre en l'attaquant par l'acide nitrique. Un fil plus épais que tous les précédents, qui présentait un coefficient positif, fut de même attaqué par l'acide nitrique; à un certain moment le coefficient passa par zéro, puis devint négatif pour des épaisseurs plus faibles.

Inversement, si l'on augmente l'épaisseur d'un fil à coefficient négatif, ce dernier doit devenir positif. Pour

le vérifier, l'auteur prit trois fils égaux, ayant un coefficient de $-0,000119$. En liant ensemble deux d'entre eux par un fil de cuivre fin (les pôles semblables étant contigus) le coefficient devint presque nul; en joignant la troisième pièce aux deux autres, le coefficient fut de $+0,000105$. L'expérience est concluante, car un faisceau de trois fils peut être regardé comme un seul fil de section équivalente.

On peut encore faire varier le rapport des dimensions en modifiant la longueur des fils et en maintenant l'épaisseur constante. En fil de 3 centimètres de longueur et de $0,187$ centimètres de diamètre avait un coefficient positif de $+0,000261$; en prenant des fils de même diamètre, mais de plus en plus longs, le coefficient diminua, passa par 0 pour une longueur d'environ 8 centimètres, puis devint négatif pour les longueurs plus grandes.

En résumé, il y a deux moyens pratiques pour rendre nul le coefficient de température des aimants : 1° en modifiant leur degré de trempe, ou 2° en faisant varier le rapport de leurs dimensions, soit qu'on maintienne la longueur constante et qu'on modifie le diamètre, soit qu'on maintienne le diamètre constant et qu'on modifie la longueur.

2° SCIENCES NATURELLES.

J.-E.-S. Moore : Sur la preuve zoologique de l'ancienne liaison du lac Tanganyka avec la mer. — L'auteur rend compte de sa récente expédition au lac Tanganyka; l'examen morphologique des animaux qu'il a recueillis montre que la faune de ce lac doit être considérée comme formée de deux séries, entièrement distinctes par leur origine et leur nature. Les remarquables coquilles de Mollusques, rapportées par Burton et Speke, forment une petite partie de la série la plus anormale de ces animaux d'eau douce. A côté de ces Mollusques, le lac renferme des Poissons, des Crustacés, des Colentérés et des Protozoaires qui, comme les coquilles de Speke, présentent les affinités marines les plus curieuses; ces organismes d'eau douce à affinités océaniques ont été désignés sous le nom de *groupe halolimnique*.

L'examen de la faune des lacs Shirwa, Nyanza, Kela et Tanganyka, qui ont tous été visités par l'expédition, montre que les étres halolimniques existent exclusivement dans le Tanganyka. Il est donc impossible d'admettre que les formes halolimniques soient dues aux effets des conditions diverses qui ont agi sur la population originale du lac; pour les mêmes raisons, les organismes halolimniques ne sont pas les survivants d'une ancienne faune d'eau douce. Car, si l'on acceptait l'une de ces deux suppositions, il faudrait admettre aussi que la faune halolimnique a été détruite dans tous les lacs africains, sauf le Tanganyka, hypothèse absurde si l'on considère le grand nombre de lacs de l'Afrique centrale.

D'autre part, on ne peut admettre que les formes halolimniques aient été récemment transportées de l'Océan au lac, car non seulement la configuration des émissaires actuels du Tanganyka présente de sérieux obstacles à ce passage, mais encore aucune de ces formes n'est exactement semblable à des organismes marins aujourd'hui connus. Ces formes constituent donc soit les descendants d'espèces océaniques, semblables aux espèces actuelles, mais qui se sont modifiées par un long séjour dans le lac, soit les descendants d'une ancienne faune marine, éteinte partout ailleurs.

La nature délicate des Méduses laestres et le fait que les Mollusques halolimniques sont exclusivement des formes profondes, nous montrent que ces organismes n'ont jamais pu atteindre le Tanganyka dans des conditions analogues à celles d'aujourd'hui. Il faut donc admettre que le Tanganyka était autrefois un bras de mer profond, qui s'étendait assez loin à l'intérieur de l'Afrique. Ce bras est resté en communication directe avec l'Océan, au moins jusqu'à l'époque tertiaire; il en a été ensuite isolé par le soulèvement des

côtes du continent africain. Ces conclusions sont en contradiction avec les idées de Murchison.

Swale Vincent et B. Moore : Notes sur la Physiologie et la Chimie comparées des Capsules surrénales. — Dans une première série de recherches, M. Vincent est arrivé aux conclusions suivantes : 1° La capsule surrénale des Mammifères correspond à deux glandes distinctes des Poissons Elasmobranches; d'une part, la medulla correspond, comme structure et comme fonction, aux corps surrénaux paires segmentés; d'autre part, le cortex est l'analogue du corps interrénel. 2° Chez les Téléostéens, la medulla ne paraît pas être représentée; les corps surrénaux connus (corpuscules de Stannius) ne sont que de la substance corticale et correspondent en structure (et probablement en fonction) au corps interrénel des Elasmobranches. 3° Il en est probablement de même chez les Ganoides.

Ces conclusions étaient basées sur des observations morphologiques et histologiques; M. Vincent chercha à les compléter par des expériences physiologiques. Il remarqua que lorsqu'on prépare séparément les extraits de la medulla et du cortex des capsules surrénales, et qu'on en fait une injection sous-cutanée à divers petits animaux, on observe des effets bien différents : l'extrait de substance médullaire à large dose est toujours mortel, tandis que l'extrait de substance corticale ne produit pas d'effets physiologiques appréciables. Or, si l'on prépare l'extrait des corps surrénaux de *Gadus morhua* (qui correspondent, d'après l'auteur, au cortex des Mammifères), et qu'on l'injecte à une souris, on n'observe effectivement aucune action physiologique. Au contraire, si l'on injecte à une souris l'extrait des corps paires segmentés de *Scyllium canicula* (qui correspondent à la medulla), l'animal meurt après avoir présenté des symptômes caractéristiques. L'injection de l'extrait du corps interrénel (substance corticale) ne provoque aucun effet. Les deux extraits de *Raja clavata* donnent lieu aux mêmes phénomènes. L'étude physiologique confirme donc les premières conclusions de l'auteur.

M. S. Vincent, en collaboration avec M. B. Moore, tourna ensuite ses investigations vers les propriétés chimiques des extraits de capsules surrénales. On sait que la substance médullaire des Mammifères contient un corps qui donne des réactions colorées très caractéristiques. Ce corps est très intimement associé à la substance physiologique active; il peut en être séparé par traitement à l'alcool fort, qui détruit le corps actif et laisse le chromogène intact; ce dernier constitue donc probablement une partie, non décomposable par l'alcool, de la molécule complexe formée par le corps actif. Les réactions colorées du corps chromogène sont celles des dérivés de l'orthodihydroxybenzène. Si les capsules paires des Elasmobranches sont bien l'analogue de la medulla des capsules surrénales des Mammifères, elles doivent renfermer, associé à la substance physiologique active dont les expériences précédentes ont démontré l'existence, un corps chromogène. Ce corps a été mis en évidence par les expériences suivantes : on a retiré séparément, de 13 *Scyllium canicula*, les capsules surrénales paires et les corps interrénaux. On a préparé les extraits en les chauffant dans l'eau bouillante. L'extrait des capsules paires est d'une couleur brun rose pâle et fluorescent; il donne : 1° une coloration vert foncé avec le chlorure ferrique; 2° une coloration rose vive avec l'eau iodée et l'eau oxygénée; 3° une coloration brun sale avec la potasse caustique, qui passe au rose si l'on ajoute préalablement une goutte d'acide chlorhydrique; 4° une coloration brun foncé avec le chromate de potassium; 5° avec le nitrate d'argent un précipité blanc qui passe immédiatement au noir, par réduction; 6° avec l'acide phospho-molybdique, un précipité jaune, qui tourne peu à peu au vert. Ces réactions sont identiques à celles du chromogène de la medulla et prouvent l'identité des deux substances. L'extrait des corps interrénaux est jaune

pâle, non fluorescent, et ne donne aucune coloration ou précipité avec les réactifs ci-dessus. Il ne contient donc aucun chromogène.

L'existence d'un corps analogue à la médulla étant bien établie chez les Elasmobranches, il paraît étrange qu'un organe aussi important n'ait pas son correspondant dans les corps surrénaux (corpuscule de Stannius) des Téléostéens. Aussi, bien que les recherches histologiques et physiologiques des auteurs assimilent entièrement ces derniers corps au cortex des Mammifères, MM. Vincent et Moore ont voulu confirmer leurs conclusions par l'examen chimique. Ils ont retiré de *Gadus morhua* et d'*Anguilla anguilla* les corps surrénaux et la portion confiné des reins, ils en ont préparé l'extraît et l'ont soumis à l'action des réactifs ci-dessus dans le but de déceler l'existence du chromogène. Les résultats ont été entièrement négatifs. Il faut donc conclure que la partie médullaire des capsules surrénales n'existe pas chez les Téléostéens et que les corps surrénaux de ces poissons sont uniquement l'analogue des corps interrénaux des Elasmobranches et de la partie corticale des capsules surrénales des Mammifères.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 24 Juin 1898.

M. Carus-Wilson présente un appareil destiné à montrer l'action de deux moteurs électriques, couplés de façon à ce qu'ils puissent tourner à des vitesses différentes. Les deux axes sont situés dans le prolongement l'un de l'autre, et chacun est adapté à une roue conique engrenant avec une roue intermédiaire. L'axe de cette roue est perpendiculaire à la direction des axes des moteurs. Les vitesses des moteurs peuvent être modifiées en faisant varier la force de leurs aimants; le mouvement de la roue intermédiaire dépend de la différence des deux vitesses ou de leur moyenne, suivant que les deux moteurs tournent ou non dans la même direction. L'*Union Electricitäts Gesellschaft* a appliqué le principe de ce système à la commande d'un gouvernail; on renverse le mouvement en augmentant ou en diminuant la vitesse d'un des moteurs. — M. Quick présente un appareil de Weodon pour la mesure de la dilatation des solides; il possède cet avantage de ne pas nécessiter, de la part de l'étudiant, la connaissance de l'optique. La dilatation est lue directement, au moyen de deux paires de micromètres. — M. Donnan envoie un mémoire sur la théorie de l'effet de Hall dans un électrolyte binaire. En 1883, Roiti avait cherché l'effet de Hall dans les solutions électrolytiques et n'obtenait aucun résultat positif. Récemment, Bagard a noté certains effets dans les solutions aqueuses de sulfate de zinc et de cuivre; mais Florio, qui travaillait en même temps que lui, arrivait à des résultats négatifs. L'auteur se demande si l'effet de Hall peut être prévu par la théorie, en employant la méthode utilisée par van Everdingen dans un cas plus général. Les conclusions sont tout à fait d'accord avec les résultats négatifs de Roiti et Florio. Le phénomène observé par Bagard doit donc être différent de celui visé par la théorie. Van Everdingen, qui avait d'abord reconnu les résultats de Bagard, comme conformes à sa théorie, a d'ailleurs dû reconnaître lui-même plus tard qu'il n'en était rien et se ranger à l'avis de M. Donnan.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Mai 1898.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P.-H. Schoute : *La représentation cyclographique des cercles de Joachimsthal*. Dans sa « *Cyklographie* », M. W. Fiedler (de Zurich) a développé une théorie d'après laquelle un cercle quelconque du plan est représenté par un quelconque des deux points de l'espace qui se projettent

orthogonalement sur ce plan au centre du cercle et qui se trouvent de part et d'autre de ce plan à une distance égale au rayon du cercle. L'application de cette théorie au système doublement infini des cercles de Joachimsthal, correspondant à une conique donnée à centre, mène à une surface du huitième ordre qui admet une génération par hyperboles équilatères; elle possède une conique quadruple située à l'infini, etc.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Kamerling Onnes fait une communication de la part de M. E. van Everdingen intitulée : *Le phénomène de Hall dans les liquides*. L'auteur fixe l'attention sur les résultats contradictoires auxquels sont arrivés MM. Roiti (1882, 1883), Florio (1896), Chiavassa (1897) d'un côté, et M. Bagard (1896) de l'autre, concernant le phénomène de Hall dans les liquides. Partant de l'hypothèse de Lorentz (1895) d'après laquelle un ion avec la charge e , se mouvant avec une vitesse v dans un champ magnétique d'intensité H , est soumis à une force représentée par le produit vectoriel $ev \wedge H$, il arrive à une formule pour le phénomène de Hall dans une solution partiellement dissociée, se simplifiant dans les deux cas extrêmes; solution non dissociée et solution complètement dissociée. Calculant à l'aide de cette formule la valeur numérique théorique de la constante du phénomène dans un des cas observés par M. Bagard, il trouve cette valeur 10^6 fois plus petite que la valeur observée. Ce résultat et les autres différences entre les phénomènes électromagnétiques observés dans les liquides et le phénomène de Hall dans les métaux, prouvent que les observations de M. Bagard ont été faussées par les phénomènes perturbateurs signalés par M. Chiavassa et que le vrai phénomène de Hall dans les liquides est trop petit pour être observé avec les moyens dont on s'est servi jusqu'à présent.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. M.-W. Beyerinck : *Sur le rapport des microbes anaérobies à l'hygiène libre*. L'auteur démontre les résultats suivants. 1^o Sont *aérophiles* : les bactéries aérobies à l'exception des spirilles, la plupart des anaérobies facultatifs, probablement toutes les cellules tissulaires des animaux et plantes, la plupart des infusoires. 2^o Sont *microaérophiles* : les anaérobies obligatoires examinés jusqu'à présent y compris les chromaties, les autres bactéries du soufre et le *Spirillum desulfuricans*; ensuite des anaérobies facultatifs, probablement tous les ferments de l'acide lactique, enfin quelques espèces de monades et quelques infusoires. 3^o Sont *aérophiles* par rapport à la croissance et *microaérophiles* par rapport à la locomotion la plupart des spirilles proprement dits et peut-être quelques monades. — M. H. Hamburger : *L'influence des solutions salines sur le volume des cellules animales*. En poursuivant ses recherches sur l'isotonie des globules rouges (Rev. gén. des Sciences, t. IV, p. 33), l'auteur a évalué les variations de volume que subissent quelques espèces de cellules (globules blancs du cheval, globules rouges de divers animaux, spermatozoïdes de la grenouille) sous l'influence de solutions de NaCl de différentes concentrations et sous l'influence de sérum dilué par différentes quantités d'eau. Voici les principaux résultats : 1^o Non seulement les globules rouges mais également les globules blancs, et les spermatozoïdes se gonflent par des solutions hypotoniques et se rétrécissent par des liquides hypertotoniques. 2^o L'évaluation du montant de cette variation de volume offre un moyen pour déterminer la relation entre le volume des deux substances constituantes des cellules, la substance protoplasmique et la substance liquide intracellulaire. 3^o Les recherches tendent à affirmer la théorie de Bütschli sur la structure réticulée du protoplasma. — P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Métallurgie

Les propriétés des aciers au nickel et au manganèse à haute teneur appliquées au durcissement des blindages. — On sait que l'acier ordinaire est un fer carburé, dans la constitution duquel, outre le carbone, un certain nombre d'éléments, métaux ou métalloïdes, peuvent être en faible proportion juxtaposés, soit à l'état libre soit à l'état de combinaisons bien définies. Il résulte des très intéressants travaux de MM. A. Carnot et Goutal que le manganèse, le nickel, le cuivre, le titane, l'arsenic se trouvent à l'état libre ou simplement dissous, tandis que le soufre, le phosphore, le tungstène, le molybdène sont à l'état de combinaisons véritables, dont les formules sont fixées, et enfin le silicium et le chrome forment des composés très complexes avec le fer, le carbone et le manganèse¹. Il est acquis, d'autre part, que le fer est polymorphe : Au lieu de se refroidir régulièrement, lorsqu'il a été porté à haute température, il présente, en effet, deux dégagements anormaux de chaleur, l'un brusque a_1 à 855°, l'autre progressif a_2 compris entre 700 et 740°, qui correspondent à deux transformations moléculaires distinctes, le point a_2 en particulier coïncidant seul avec l'apparition du magnétisme, et le point a_3 avec un brusque changement dans la loi de variation de la résistance électrique. On peut donc admettre, avec M. Osmond, que le fer est à l'état α au-dessous de a_2 et par conséquent magnétique, à l'état β entre a_2 et a_3 et à l'état γ au-dessus de a_3 ², et prévoir la distinction de trois types généraux distincts parmi les aciers, suivant l'importance des variétés α , β ou γ . Quant au carbone, il se présente dans l'acier soit à l'état de simple dissolution, soit sous la forme d'un composé défini, isolé dans la masse, FeC probablement, et constitue, suivant le cas, soit du carbone de

trempé, soit du carbone de recuit. Lorsque l'acier est également traité par refroidissement lent, on constate un nouveau dégagement de chaleur a_3 , distinct des précédents, très appréciable dans les aciers carburés, que l'on désigne sous le nom de *recalescence* et qui correspond à la transformation du carbone de trempé en carbone de recuit.

Les positions relatives et absolues des points critiques a_1 , a_2 , a_3 , varient sur l'échelle des températures avec la composition chimique des aciers, la température initiale du chauffage, la vitesse du refroidissement et la pression.

Si l'on n'envisage que la première cause de variation, plus l'acier est carburé, plus les dégagements de chaleur correspondant aux transformations du fer se rapprochent de la recalescence; ils finissent même par se confondre avec elle. Le carbone retarde donc pendant le refroidissement les transformations moléculaires du fer et plusieurs autres corps jouissent de la même propriété.

A ce sujet, Roberts Austen a énoncé la loi suivante : « Les corps étrangers introduits dans l'acier agissent pour accélérer ou retarder les transformations du fer et du carbone, suivant que leur volume atomique est supérieur ou inférieur à celui du fer. » Cette loi se vérifie bien, si l'on remarque qu'elle n'interdit pas à ces corps d'exercer, en outre, une influence individuelle et de former avec le fer et le carbone des composés dont les propriétés particulières se font plus ou moins sentir dans la masse du métal. Le volume atomique du fer étant 7,2, ceux du nickel et du manganèse respectivement 6,7 et 6,9, ces deux derniers corps doivent retarder la transformation des fers γ et β en fer α , et celle du carbone de trempé en carbone de recuit, et leur action devient équivalente à celle d'une trempe plus ou moins vive.

Toutes les propriétés des aciers au nickel et au manganèse sont une fonction de la position de leurs points de transformation sur l'échelle des températures.

Lorsque la proportion de manganèse dans l'acier est inférieure à 3,5 %, le métal est doux, magnétique, peu ou pas magnéto-polaire, les points critiques restant au-dessus de 400°. De 3,5 à 14 %, au contraire, l'acier

¹ Comptes rendus de l'Académie des Sciences du 2 mai 1898.

² Nous ne tenons pas compte du 4^e point critique a_4 , qu'on serait conduit à ajouter vers 1360°, au moins dans les aciers très doux, à la suite des expériences de M. le Dr Ball et de M. Curie.

devient dur, magnétique et magnéti-polaire, les points critiques se trouvant respectivement pour 4 % vers 250°, pour 6 % vers 100°, et enfin disparaissant complètement des températures positives pour la teneur de 7 %. A partir de 14 % de Mn, l'acier cesse d'être magnétique. De son côté, le nickel sépare les aciers en trois catégories analogues, d'après son pourcentage dans la masse du métal : jusqu'à 7 %, le magnétisme du métal n'est pas remanent ; il le devient depuis 7 % jusqu'aux environs de 25 %, limite à partir de laquelle il disparaît. Les points critiques s'étagent ainsi : 515° à 500° pour 7 % de nickel, 130° pour 15,48 %, 85° pour 19,64 et inférieur à 0° pour 24,51 %. Les aciers à haute dose de manganèse, que l'on désigne généralement sous le nom d'aciers *Hadfield*, ont le caractère de s'adoucir par la trempe à l'eau¹ et de reprendre leur dureté par le réchauffage au rouge vif. Ils deviennent d'ailleurs tellement durs, qu'on ne peut les ajuster qu'à la meule. Quant aux aciers durs au nickel, ils sont de plus en plus insensibles à la trempe, quelle que l'énergie du liquide trempant, et, pour les teneurs de 20 à 23 % de Ni, l'influence de cette trempe devient négative.

C'est seulement en reculant ces aciers à basse température, 400° à 450°, c'est-à-dire entre le bois fumant et le bois brûlant, qu'il est possible de les adoucir et de les travailler à froid. Mais, si l'on pousse ce recuit plus loin, vers le rouge sombre ou le rouge cerise, le durcissement devient considérable, que le refroidissement soit ensuite rapide ou lent.

On comprend tout le parti que pouvaient pratiquement tirer de ces propriétés si curieuses les métallurgistes éminents, MM. Osmond et Werth, qui se sont spécialement consacrés à ces recherches. C'est ainsi que, sous l'impulsion de M. Werth, les aciéries de Denain et Anzin livrent aujourd'hui des plaques de blindage en acier, de composition chimique homogène, très dures à l'avant, très douces à l'arrière, les couches intermédiaires passant par tous les degrés de dureté, et cela sans cémentation ni trempe.

Les proportions des corps étrangers entrant dans la composition des aciers spéciaux qui constituent ces blindages sont très variables, suivant les cas : 5 à 15 % pour le nickel ou le cobalt, 2 à 12 % pour le manganèse, et absence aussi absolue que possible de soufre et de phosphore. Quant aux éléments nickel ou cobalt et manganèse, leur action, soit individuelle, soit combinée, est indispensable, ainsi qu'on peut le prévoir par tout ce qui précède, pour obtenir la réussite du procédé, qui consiste simplement à soumettre les plaques à deux chauffages successifs, le premier au rouge sombre, à l'effet d'adoucir la plaque entière, et le second partiellement au rouge cerise clair, afin de durcir la face correspondante, chacun des chauffages étant d'ailleurs suivi par un refroidissement soit à l'air libre, soit sous le fraïsil. Sans entrer dans tous les détails de ce procédé, nous donnons (tableau I) quelques formules

Il est bien difficile de se rendre compte des résultats que donneraient à l'essai de traction les parties de ces métaux qui ont été durcies par le procédé, vu l'impossibilité à peu près complète de préparer des éprouvettes. Cependant, après de nombreuses tentatives, les aciéries de Denain ont réussi à en détacher quelques-unes dans les plaques de nuance douce. Le métal comportait :

$$E = 100 \text{ à } 140^k \quad R = 130 \text{ à } 180^k \quad A_{100} = 12 \text{ à } 14 \%$$

Il est certain que, dans ces conditions, les plaques peuvent donner au tir des résultats remarquables.

Émile Demenge,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

§ 2. — Chimie appliquée

Les Verres bleus à base d'oxyde de chrome. — On colore les verres en bleu au moyen de l'oxyde de cuivre, qui donne une teinte d'un bleu céleste, ou de l'oxyde de cobalt, qui donne une teinte se rapprochant de celle du saphir. Je me suis proposé de trouver si on ne pourrait pas donner aux verres la teinte même du saphir, teinte qui a toujours été très recherchée.

Les expériences au moyen desquelles on a reproduit le saphir, ont conduit à penser que la coloration bleue de cette gemme est due à un oxyde de chrome ; Sainte-Claire Deville et Caron¹, à la suite du travail qui leur a donné le saphir en même temps que le rubis, sont très affirmatifs sur ce point : « Le saphir bleu se produit dans les mêmes circonstances que le rubis. Il est également coloré par l'oxyde de chrome. La seule différence entre eux consiste dans les proportions de la matière colorante, peut-être aussi dans l'état d'oxydation du chrome. Mais l'analyse ne peut rien indiquer de précis à cet égard, à cause de la quantité très petite de la matière colorante dans tous les cas. Dans certaines préparations, on a obtenu, placés l'un à côté de l'autre, des rubis rouges et des saphirs du plus beau bleu, dont la teinte est d'ailleurs identique à la teinte du saphir oriental dont la cause est inconnue. » Plus tard, Gaudin² a observé que le sesquioxyle de chrome, chauffé dans la flamme réductrice du chalumeau oxyhydrique, prend une teinte bleu ciel un peu verdâtre. On trouve cette teinte sur certains saphirs de Ceylan.

Si la teinte du saphir est due au chrome, on doit pouvoir obtenir, à l'aide des composés du chrome, des verres bleus en opérant en présence d'une atmosphère réductrice.

J'ai d'abord constaté qu'en chauffant de l'alumine en présence d'une très petite quantité d'oxyde de chrome (7 à 8 % au plus), on obtient toujours une coloration rose, mais je n'ai pas obtenu de coloration bleue en chauffant en présence d'un réducteur (charbon, alumi-

Tableau I. — Composition de quelques aciers pour blindage et résultats d'essais.

	C	Si	S	Ph	Mn	Cr	Ni	E	R	A ₁₀₀	E, limite d'élasticité, R, résistance à la rupture, A ₁₀₀ , allongement mesuré sur 100 mill.
Plaque mince, nuance douce, à 0,33	0,30	0,10	0,02	0,02	0,30	0,35	5,50	kilos	kilos	o/o	
Plaque épaisse, nuance dure, à 0,40	0,33	0,10	0,02	0,02	0,35	0,80	12,00	50 à 55	70 à 78	25 à 20	
Plaque épaisse, nuance dure, à 0,40	0,33	0,10	0,02	0,02	0,35	1,20	14,00	75 à 80	90 à 100	17 à 15	
Plaque épaisse, nuance dure, à 0,40	0,33	0,10	0,02	0,02	2,50	0,30	6,00	80 à 85	100 à 105	12 à 10	
Plaque épaisse, nuance dure, à 0,40	0,33	0,10	0,02	0,02	3,50	0,15	8,00				

d'aciers pour blindages, ainsi que les résultats d'essais à la traction qui s'y rapportent.

¹ Les aciers à 4 % de Mn, trempés à l'eau, prennent des allongements considérables sans striction.

nium, etc.). Dans ces cas, l'oxyde de chrome était complètement réduit : l'oxyde de chrome seul, fortement

² C. R., 1858, t. XLVI, p. 764.

³ C. R., 1869, t. XLIX, p. 1372.

chauffé avec de l'aluminium très divisé, est réduit avec explosion.

J'ai ensuite opéré en présence des acides silicique et borique, en vue d'obtenir des verres.

Tout d'abord, je me suis adressé aux verres durs, à base d'alumine, employés dans la fabrication des pierres précieuses artificielles.

On sait qu'on emploie à cet effet des mélanges fusibles dont la composition se rapproche beaucoup de la formule : $4 \frac{1}{2} \text{SiO}_2$, Al_2O_3 , 3CaO , une partie de la chaux pouvant être remplacée par une quantité équivalente de baryte pour obtenir des pierres ayant plus d'éclat et dont la densité s'éloigne moins de celle des pierres fines.

En vue de colorer ces verres au moyen de l'oxyde de chrome, j'ai opéré de la façon suivante :

Je chauffe au rouge vif, pendant cinq heures, dans un creuset brasqué, les mélanges vitrifiables avec du chromate neutre de potasse. J'ai d'ailleurs constaté qu'on peut remplacer ce sel par le bichromate ou même par l'oxyde de chrome.

Un mélange de : silice, 133 parties; alumine, 51; carbonate de chaux, 50; chromate de potasse, 9, auquel on ajoute un peu d'arséniate de potasse, donne une masse cristalline sur laquelle je me propose de revenir, mais qui, au point de vue qui nous intéresse, n'a qu'une teinte bleue de peu d'éclat.

Au contraire les compositions contenant de la baryte donnent des verres bleus d'une grande beauté. Le mélange vitrifiable employé se composait de : silice, 133 parties; alumine, 51; carbonate de baryte, 295,5; chromate de potasse, 7.

J'ai pensé qu'il y avait lieu de rechercher si on ne pourrait pas obtenir une composition plus fusible ayant le même éclat.

J'ai donc essayé de remplacer la moitié de la chaux par une quantité équivalente de baryte. Le mélange employé à la composition suivante : silice, 135 parties; alumine, 51; carbonate de baryte, 148; carbonate de chaux, 75; chromate de potasse, 9.

Il donne à la fusion un très beau verre bleu.

On sait qu'on peut, dans les verres, remplacer une partie de la silice par l'acide borique.

J'ai obtenu un verre d'un très beau bleu, mais trop facilement attaqué par les acides, en fondant dans les mêmes conditions que précédemment un mélange de : acide borique anhydre, 4 parties; alumine, 1; chromate de potasse, 1. Dans cette expérience, on obtient une pellicule de chrome métallique; cependant les creusets sont très souvent percés.

Si à l'acide borique on substitue le borax, on constate que l'alumine est redûite. Dans une expérience où on avait chauffé un mélange de borax et d'alumine avec une petite quantité de chromate de potasse et une quantité de silice égale aux $\frac{2}{3}$ de l'alumine, il s'est produit une pellicule métallique formée en grande partie d'aluminium.

J'ai fait de nombreuses expériences jusqu'au jour où j'ai trouvé, ici même¹, la composition d'un verre préparé par MM. Schott et Cie, à Jéna. J'ai pu colorer ce verre en bleu au moyen de l'oxyde de chrome. Le mélange employé avait la composition suivante : silice, 84 parties; acide borique anhydre, 39; alumine, 16; carbonate de baryte, 157,6; chromate de potasse, 7.

Au cours des nombreux essais entrepris dans cette voie j'ai essayé divers réducteurs, l'aluminium et le carbure de calcium entre autres. L'aluminium ne m'a pas donné de bons résultats, mais, en opérant à une température plus élevée, il ne serait pas impossible d'avoir des résultats plus satisfaisants que ceux que j'ai obtenus. Quant au carbure de calcium, il m'a donné des verres bleus, moins beaux cependant que ceux que je viens de signaler. Pour ce dernier cas, j'opérais dans un creuset de plombagine. Au point de vue pratique, il

y aurait une certaine difficulté à régler la quantité de carbure à employer, les matériaux étant toujours un peu hygroscopiques.

Les verres ordinaires, ou encore les mélanges vitrifiables qui permettent de les obtenir par leur fusion, ne m'ont pas donné de bons résultats. Un mélange de 100 parties de quartz, 30 de carbonate de potasse, 15 de carbonate de chaux (composition correspondant au verre de Bohême), auxquelles on ajoute 7 parties de chromate de potasse, donne un verre qui n'a une teinte bleue violacée que dans le voisinage de la couche de charbon. Peut-être obtiendrait-on de meilleurs résultats en chauffant plus longtemps. Quant au verre lui-même, pulvérisé et fondu avec un peu de chromate de potasse, il ne m'a donné qu'un verre vert.

A. Duboin.

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

§ 3. — Hygiène publique

La filtration intermittente dans l'épuration des eaux d'égouts. —

L'épuration des eaux d'égouts a été l'objet d'une nouvelle discussion à la Société d'Hygiène et de Médecine publique, provoquée par une note de M. Bechmann sur les nouvelles méthodes de purification des sewages. Il résulte des déclarations de l'éminent ingénieur en chef de l'Assainissement de Paris, qu'un hygiéniste anglais, M. Dibdin, a proposé, au congrès du *Sanitary Institute* de 1897, un procédé basé sur une véritable industrialisation des moyens mis en jeu par la Nature dans les phénomènes de combustion des matières organiques. Ce procédé est appelé à rendre de grands services, surtout dans les localités où les circonstances empêchent l'épuration par le sol; cette dernière, du reste, n'est pas ici en cause; tout le monde est d'accord pour déclarer qu'elle donne des résultats satisfaisants, à condition d'être soigneusement appliquée. La méthode Dibdin est destinée à remplacer les procédés chimiques dans lesquels les matières organiques sont précipitées par des sels clarifiants; la liste très nombreuse des substances employées montre que le résultat ne fut pas toujours atteint : les eaux ne sont seulement débarrassées que d'une partie des matières fermentescibles, les produits organiques restés en solution continuant ultérieurement leur fermentation après avoir laissé dans les usines des amas de boues de peu de valeur; par le collage du sewage, la puissante action des bactéries solubilisant les matières albuminoïdes et transformant l'azote ammoniacal en azote nitrique, est entravée; au contraire, avec le procédé Dibdin, la culture des bactéries est favorisée.

En 1893, à la station anglaise de Barking, des filtres, formés de lits successifs de cailloux, de débris de terre cuite, de coke, étaient remplis d'eaux d'égouts déjà purifiées chimiquement et prêtes au jet en rivière; on remarqua néanmoins, après avoir laissé l'eau quelques heures dans le filtre avant de la faire couler, une violente oxydation et une fixation de 60 % d'oxygène; un tel résultat encouragea à monter un autre filtre d'une épaisseur d'un mètre de coke et de sable, ayant à la partie inférieure un système de drains énergiques. Après des alternatives très régulières de remplissage, de repos et d'égouttage, on constata avec l'eau brute d'un collecteur, même durant l'hiver 1895, jusqu'à 78 % d'épuration en opérant avec un mètre carré de surface filtrante par mètre cube d'eau traité par jour. Cette faible surface montre le pouvoir oxydant des couches de ce filtre; une superficie de 75 hectares ainsi constituée, serait suffisante pour une agglomération comme celle de Londres. Les opérations étant peu coûteuses, on peut croire à la fortune de la *filtration intermittente* dans le délicat problème de l'assainissement des cités.

Toute l'action repose sur l'oxydation développée par les bactéries aérobie. Les anaérobies ont aussi leur rôle dans le procédé Cameron : là les eaux séjournent dans une capacité close dite *fosse septique*, pour y subir

¹ *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 9^e année n° 9, p. 391.

la fermentation putride sous l'influence d'anaérobies; les liquides, privés de leurs boues brûlées dans la fosse, sont finalement filtrés par intermittence; les résultats sont sensiblement les mêmes pour les deux méthodes, la dernière présente l'inconvénient d'une fosse toujours dangereuse par ses émanations; en tous cas, la méthode bactérienne remplacera en pratique l'épuration chimique moins économique et moins parfaite, si, appliqués sur une grande échelle, les résultats sont conformes aux premières expériences. Les savants français pourront s'attribuer leur part dans la découverte, les principes de la filtration intermittente et du filtre bactérien ayant été signalés par MM. Wurtz, Schloësing et Gérardin. Ce dernier chimiste, dès 1869, avait, en partant d'une idée analogue, réussi à assainir le ruisseau infect du Croult, à Saint-Denis.

M. Molinié.

§ 4. — Géographie et Colonisation

Croisière en Adriatique : Ouvrages à consulter. — Selon sa coutume, la *Revue* tient à indiquer aux touristes, avant le départ de la Croisière sur les côtes de l'Adriatique, quelques-uns des principaux ouvrages relatifs aux pays qui seront visités, soit au point de vue scientifique, soit au point de vue littéraire ou archéologique.

I. — GÉNÉRALITÉS. — VOYAGES.

- CAPUS : *A Travers la Bosnie et l'Herzégovine*. Paris, Hachette, 1896.
 II. AMELOT et J. de LA NÉZIÈRE : *Monténégro, Bosnie et Herzégovine*. Paris, Laurens, 1893, gr. in-8°, illustré.
 HARTLEBEN : *Reiserouten in Bosnien und der Herzegovina*. Vienne, 1893, in-12°. Illustré.
 C. COMBI : *Istria*. Milan, 1886, in-16°.
 A. DUMONT : *Le Balkan et l'Adriatique*. Paris, Didier, 1874, in-16°.
 G. JACKSON : *Dalmatia, the Quarnero and Istria*. Oxford, 1887, 3 vol. in-8°. Illustré.
 E. MAURY : *Aux portes de l'Orient*. Paris, Fischbacher, 1896, in-16°.
 G. MODRICH : *La Dalmazia romana, veneta, moderna*. Turin, Roux, 1892, in-8°.
 M. TAMARO : *Le Città e le Castella dell'Istria*. Parenzo, 1892-93, 2 vol. in-8°.
 G. VRIARTE : *Les bords de l'Adriatique et le Monténégro*. Paris, Hachette, 1878, gr. in-8°. Illustré.
 — *Venise*. Paris, Rothschild, 1898, gr. in-8°. Illustré.

II. — GÉOGRAPHIE. — GÉOLOGIE. — ETHNOGRAPHIE. HISTOIRE DE LA CIVILISATION.

- J. CHAVANNE : *Statistisch-Physicalischer Atlas von Oesterreich-Ungarn*. Vienne, 1887, in-f°.
 F. VON LEMONNIER : *Sprachenkarte von Oesterreich-Ungarn*. Vienne, 1890, in-f°.
Wissenschaftliche Mittheilungen aus Bosnien und Hercegovina (publié par le Musée de Serajevo). Vienne, 1893 et années suiv., gr. in-8°.
 B. WALTER : *Beitrag zur Kenntniss der Erzlagerstätten Bosniens, Serajevo*. 1887, in-8°.
 P. BALLIF : *Wasserbauten in Bosnien und der Hercegovina*. Vienne, 1896, in-4°.
Das Baugeschichte in Bosnien und der Herzegovina, Vienne, 1887, in-4°.
Bosniens Gegenwart und Zukunft. Leipzig, Teubner, 1886, in-8°. *Bosnien als Neuesterreich*. Ibid.
 J. VON ASROTH : *Bosnien und die Herzegovina*. Vienne, 1888, in-4°.
 VICOMTE CAIX DE SAINT-AMOUR : *Les Pays Sud-Slaves de l'Autriche-Hongrie*. Paris, 1883, in-18.
 COSENS-HARDY : *Montenegro and its borderlands; Geographical Journal*, 1894.
 CYLJIC, *Das Karstphänomen Geographische Abhandlungen herausg.* vom Dr A. Penck. Vienne, 1893, in-8°.
 M. VON CZERLIN : *Unser Kaukasus* (Bosnie et Herzégovine). Vienne, 1882, in-8°.

- K. HASSERT : *Beitrag zur physischen Geographie von Montenegro* (volume complémentaire n° 115 des *Petersmanns Mittheilungen*). Gotha, J. Perthes, 1893, in-4°, av. cartes.
 R. VON JEDINA : *Die Stürme der Adria*, 1892.
 L. LÉGER : *Le Monde slave*. Paris, Didier, 1873, in-16.
 C. LOISEAU : *Le Balkan slave*. Paris, Perrin, 1898, in-16.
 MINCHIN : *The growth of freedom in the Balkan Peninsula*, 1886.
 F. NOIR : *Die Oesterreicher in Bosnien*. Prague, 1884.
 PARTSCH : *Die Insel Kerkyra* (volume complémentaire n° 88 des *Petersmanns Mittheilungen*). Gotha, J. Perthes, in-4°, av. Cartes.
 A. SUPAN : *Oesterreich-Ungarn*, dans la collection : *Landeskunde von Europa*, dirigée par A. Kirchhoff, 1^{re} partie, 2^e vol. Vienne et Leipzig, 1889, in-4°. Illustr. et cartes. (Bibliog. géogr. détaillée).
 G. VAUTIER : *La Hongrie économique*. Paris, Berger-Levrault, 1893, in-8°.
 C. VRIARTE : *La vie d'un patricien de Venise au xvi^e siècle*.

III. — HISTOIRE POLITIQUE.

- II. CONS : *La province romaine de Dalmatie*. Paris, 1882, in-8°.
 P. PISANI : *Les possessions vénitiennes de Dalmatie*, Paris, 1890, in-8°.
 — *La Dalmatie de 1797 à 1813*. Paris, A. Picard, 1893, in-8°, cartes.
 ROMANIN : *Storia documentata di Venezia*.

IV. — ARCHÉOLOGIE ET HISTOIRE DES ARTS.

- BALLIF : *Römische Strassen in Bosnien*. Vienne, 1893, gr. in-4°.
 J. BURCKHARDT et BODE : *Le Cicerone*, 2^e partie, Art moderne. Trad. A. Gérard. Paris, Didot, 1892, in-12. 7^e édit. allemande. Leipzig, Seemann, 1898, in-12.
 BOITO : *La basilica di San Marco*. Venise, Ongania, 1881 et suivantes (avec la collaboration de Cattaneo, Kreutz, Jacobi, Pasini). 6 fasc. in-fol.
 CATTANEO : *L'Architettura in Italia dal vi^e al xi^e secolo*. Venise, Ongania, in-4°.
 C. DIEHL : *Ravenna*. Paris, Librairie internationale de l'Art, in-4°.
 EITELBERGER VON EDELBERG : *Gesammelte kunsthistorische Schriften*. IV. *Kunstdenkmäler Dalmatiens*. Vienne, 1884, in-8°.
 L. HAUSER : *Spalato ed i monumenti romani della Dalmazia*. Spalato, 1878, in-8°.
 G. LAFENESTRE et E. RICHTEMBERGER : *La peinture en Europe*. Venise. Paris, in-12.
 E. MOLINIER : *Venise, ses arts décoratifs, ses musées et ses collections*. Paris, Lib. internat. de l'Art, 1889, in-4°.
 R. MUNRO : *Rambles and studies in Bosnia, Herzegovina*. (Etude sur le Congrès d'archéologie et d'anthropologie tenu à Serajevo en 1894). Londres et Edimbourg, 1895, in-8°. III.
 J. RUSKIN : *The stones of Venice*. Londres, 1858-1867, 3 vol. in-8°.
 — *Saint Mark's rest*. Orpington, 1884, in-12.
 — *Guide to the principal paintings in the National Gallery of Venice*. Orpington et Londres, 1891.
 SELVATICO : *Architettura e scoltura in Venezia*. Venise, 1847, in-8°.
 P. PAOLETTI DI OSVALDO : *L'architecture et la sculpture de la Renaissance à Venise*. Venise, Ongania, 1894, 2 vol. in-fol.
 F. ZANOTTO : *Il Palazzo ducale di Venezia*. Venise, 1846-1861, 4 vol. in-4°.

V. — MONOGRAPHIES.

- GIACCHI : *Spalato sotto l'aspetto storico, politico e commerciale*. *Bollettino degli affari esteri*, Rome, 1896, avril.
 MORPURGO : *Trieste nel suo passato, nel suo presente*. Nice, 1890, in-16.
 G. PETRONI : *Storia di Bari*. Bari, 1854, 2 vol. in-8°.

L'ORIGINE DES VERTÉBRÉS¹

La détermination du groupe d'Invertébrés qui a pu donner naissance aux Vertébrés est un problème dont la solution est de première importance pour la théorie de l'évolution; le nombre de solutions qui en ont été proposées n'est pas inférieur à huit. Etienne Geoffroy Saint-Hilaire chercha, le premier, à établir que les Insectes et les Vertébrés étaient construits sur le même plan; ses arguments firent assez d'impression sur ses contemporains pour que le physicien Ampère se laissât entraîner jusqu'à proposer, dans une lettre anonyme aux *Annales des Sciences naturelles*, un perfectionnement à la solution proposée par Geoffroy. Les études de Geoffroy établirent, du moins, que le corps des Vertébrés est formé de segments, comme celui des animaux articulés, et que l'attitude du Vertébré est renversée par rapport à celle des Articulés, le dos des uns correspondant au ventre des autres et réciproquement.

Le problème ne fit aucun pas jusqu'au jour où Kowalevsky montra (1866) les étranges ressemblances embryogéniques du Vertébré le plus inférieur, l'*Amphioxus*, avec les Tuniciers, cependant tenus pour des Mollusques par tous les auteurs. Hæckel en conclut que les Vertébrés et les Tuniciers avaient, pour ancêtre commun, un type de Vers qu'il suppose intermédiaire entre les Turbellariés et les Ascidies et auquel il donna le nom de Scéléridé².

La découverte, faite simultanément par Carl Semper et par Balfour, de l'identité de structure de l'appareil rénal des embryons de Sélaciens avec le système néphridien des Vers annelés, venait, sur ces entrefaites, indiquer, en 1874, des affinités tout à fait inattendues entre ces derniers et les Vertébrés, et de créer ce qu'on a nommé la *théorie annélidienne* du Vertébré. Cette théorie, adoptée par Dohrn en 1875³, se rattachait trop naturellement aux idées développées dans mon livre *Les Colonies animales et la Formation des Organismes* (1881, pour que je ne réunisse pas, dans cet ouvrage, tous les arguments que l'on pouvait faire valoir en sa faveur. J'insistai, notamment, sur le parallélisme remarquable que présentent les organes excréteurs génito-urinaires des Oligochètes terrestres ou Vers de terre et des Vertébrés

(pp. 677 et 684). A cette théorie, le professeur Segdwick Minot vient de donner une adhésion presque sans réserve⁴.

L'année 1884 marque l'entrée en scène d'un autre Vers, le *Balanoglossus* (fig. 1), que Bateson considère comme le progéniteur commun des Ascidies et des Vertébrés, dont l'existence avait été supposée par Hæckel. A cette hypothèse, se rallièrent Harmer (1887), Morgan (1892), Willey (1894); on érigea, pour le *Balanoglossus*, le *Cephalodiscus* et le *Rhabdopleura*, ordinairement classés parmi les Bryozoaires, un groupe des HEMICHORDA, préface de ceux des UROCHORDA (ou Tuniciers) et des CHORDATA (*Amphioxus* et Vertébrés), et l'on chercha égale-

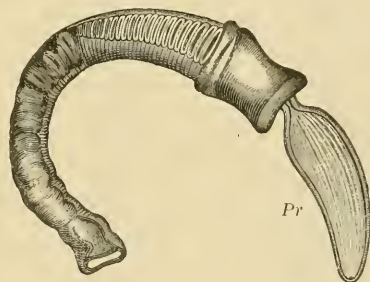


Fig. 1. — Fragment antérieur d'un *Balanoglossus*. — Ce fragment montre la trompe Pr, le collier qui lui fait suite et, en arrière du collier, les fentes branchiales.

ment à montrer que des Balanoglosses dérivent aussi les Echinodermes.

En 1886, c'est une nouvelle classe de Vers, celle des Némertes, qu'Hübner donne pour ancêtres aux Vertébrés⁵; tous les Vers libres ont ainsi fourni leur contingent.

Cependant, Cope essayait de rattacher aux Tuniciers les Poissons de la période primaire du genre *Pterichthys*; M. Albert Gaudry signalait les ressemblances de mêmes animaux avec divers Mérostromés⁶; en 1890, Patten d'une part, Gaskell de l'autre, s'efforçaient de démontrer, l'un que les Vertébrés descendaient des Arachnides, l'autre des Crustacés⁷. Enfin, c'est à des Tuniciers pélagiques et nageurs, les Appendiculaires, que Brooks

¹ Les figures qui accompagnent cet article sont extraites du *Traité de zoologie* de M. Edmond Perrier et des *Colonies animales* du même auteur, ouvrages publiés par la librairie Masson.

² *Anthropogénie*. Trad. fr., 1877, p. 358.

³ Dohrn: *Der Ursprung der Wirbelthiere und der Princip der Functionwechsel*, Leipzig.

⁴ *The American Association for Advancement of Science*, (20 août 1897): Toronto (Canada), traduit dans les *Archives de Zoologie expérimentale*, 3^e série, t. V, paru en avril 1898.

⁵ Report on the Nemertea collected by H. M. S. Challenger et *The Relation of the Nemertea to the Vertebrata*, *Quart. Journal of Microsc. Science*, 1887.

⁶ *Les Enchaînements du monde animal*, 1883, p. 228.

⁷ *Journal of Microscopical Science*, août 1890.

a reporté tout récemment le rôle de progéniteurs des Vertébrés¹.

De pareilles divergences supposent évidemment que les principes fondamentaux de la Zoologie sont encore mal définis ou fréquemment perdus de vue, et que l'on ne s'est pas suffisamment préoccupé de préciser la nature des caractères des Vertébrés, dont il fallait demander l'explication aux formes ancestrales. Nous voudrions établir ici qu'une application rigoureuse de principes incontestés conduit à une solution unique du problème et que cette solution est, de tous points, satisfaisante.

I. — CARACTÈRES ESSENTIELS DES VERTÉBRÉS.

Tout Vertébré présente les caractères essentiels suivants : 1° le corps est bilatéralement symétrique et métamérique, c'est-à-dire divisé, dans toute sa longueur, en segments dont les vertèbres et les côtes, toutes semblables entre elles, sont l'expression dans le squelette; 2° des cils vibratiles tapissent une étendue importante de ses surfaces externes ou internes, notamment les surfaces respiratoires; 3° tout au moins durant la période embryonnaire, la région antérieure du tube digestif communique toujours, par des fentes latérales, avec l'extérieur; 4° l'appareil circulatoire est clos et présente un cœur situé au-dessous du tube digestif; 5° l'appareil sécréteur est constitué par un système de conduits qui se répètent, chez l'embryon, sur toute la longueur du corps, et fournissent à l'appareil génital ses conduits excréteurs; 6° au-dessus du tube digestif s'étend, chez l'embryon, sur toute la longueur du corps, un cordon cellulaire plein, la *corde dorsale*, autour duquel se forment les vertèbres de l'animal adulte; 7° au-dessus de la corde dorsale se trouve le système nerveux central, tout entier situé d'un même côté du tube digestif, dépourvu de collier œsophagien et présentant un volume considérable; 8° par rapport au monde extérieur, le cœur et l'axe nerveux longitudinal occupent, chez le Vertébré et chez les Invertébrés segmentés, une position inverse, de telle façon que, si l'on appelle ventrale la face du corps tournée vers le sol et dorsale la face opposée, l'axe nerveux est dorsal chez les Vertébrés, ventral chez les animaux segmentés, et les vaisseaux contractiles occupent la face du corps opposée au système nerveux.

Ces caractères sont les seuls qui soient communs à tous les Vertébrés, y compris l'*Amphioxus*, et, comme personne ne conteste que tous ces animaux puissent être facilement dérivés des plus simples d'entre eux, une fois ces huit groupes de caractères

expliqués, on doit admettre que la théorie du Vertébré est faite; inversement, toute généalogie qui n'expliquerait pas ces huit groupes de caractères doit être rejetée.

II. — CARACTÈRES EXCLUANT LA PARENTÉ DES VERTÉBRÉS AVEC LES NÉMERTES, LES BALANOGLOSSES, LES APPENDICULAIRES ET LES ARTHROPODES.

§ 1. — Métamérisme du corps des Vertébrés.

Quelle que soit la cause du métamérisme, cause que nous avons précisée dans un précédent article¹,

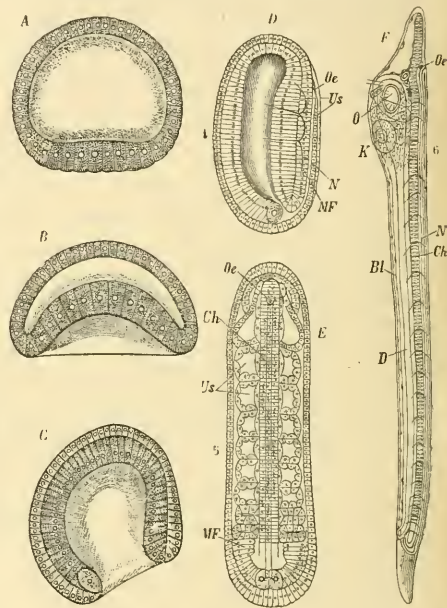


Fig. 2. — Phases diverses du développement de l'*Amphioxus*. — A, blastula; — B et C, gastrula en voie de formation et complètement formée; — D, embryon ne présentant encore que trois segments *Us*; *Oe*, neuropore; *N*, gouttière nerveuse; *MF*, mésoderme; — E, embryon avec neuf segments; mêmes lettres, en plus : *Ch*, corde dorsale; — F, larve récemment éclos; mêmes lettres, en plus : *O*, bouche située à gauche; *K*, première ventrale branchiale; *Bl*, vaisseau ventral.

il est incontestable que la formation de segments chez tous les animaux métamériques est un phénomène précoce de développement, le mécanisme même, grâce auquel l'organisme se constitue; par ce procédé, se forment de nombreux organismes, dont les segments peuvent ensuite s'effacer, mais un organisme formé d'un seul jet ne se recoupe

¹ *Monograph of the genus Solpa*, 1893.

¹ *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1897, 8^e année, p. 334.

jamais en segments une fois qu'il s'est constitué⁴. La loi de patrogenie (répétition de la généalogie par l'embryogénie), loi fondamentale universellement acceptée, s'oppose donc à ce qu'on puisse attribuer aux Vertébrés un ancêtre dont le corps ne serait pas segmenté nettement à l'état adulte, encore moins plurisegmenté durant la période embryonnaire. Cela exclut déjà les Némertes, les Balanoglosses et les Appendiculaires et ne laisse subsister que les Arthropodes et les Vers annelés. A la vérité, chez les embryons de ces animaux, les cloisons des segments sont complètes, tandis qu'elles sont limitées à la moitié dorsale du corps chez ceux des Vertébrés; mais l'embryogénie de l'*Amphioxus* montre que c'est là un effet de la tachygénèse ou accélération embryogénique. La segmentation des embryons d'*Amphioxus* (fig. 2) est d'abord complète, identique, par conséquent, à celle des Vers annelés; puis la partie ventrale des cloisons se résorbe; cette disposition est réalisée d'emblée chez les Vertébrés proprement dits.

§ 2. — Cils vibratiles.

Toute l'organisation des Arthropodes est, en quelque sorte, dominée par la propriété qu'ont leurs éléments épithéliaux d'accumuler, dans leur région superficielle, de la chitine qui mortifie cette région et la rend impropre au développement des cils vibratiles. Cette propriété se manifeste chez eux presque dès le début du développement embryonnaire (*Nauplius*); elle a rendu nécessaires les mues, qui ont à leur tour provoqué les métamorphoses; l'absence de cils a dû être suppléée par la formation de pattes articulées, mues par des muscles striés et tenant sous leur dépendance l'appareil respiratoire. Au moins à partir de la période précoce que représente dans leur ontogénie le *Nauplius*, les Arthropodes ont donc évolué dans une direction toute particulière et sont demeurés isolés de tous les animaux dont les épithéliums sont en tout ou en partie ciliés. Si la loi de patrogenie est exacte, ce que personne ne conteste, il ne saurait exister, au delà des Rotifères (*Scirtopoda*), de forme de passage entre les Arthropodes et la longue série ininterrompue des Néphridiés qui va des Rotifères aux Vertébrés, inclusivement. Cela exclut absolument les Arthropodes de la lignée des Vertébrés, dont les apparentes ressemblances avec les Mérostomés, les Arachnides ou les Crustacés ne sont que des cas de convergence. En particulier, les boucliers protecteurs des Poissons placoides sont

de véritables os formés dans le derme et non un simple revêtement épidermique comme les pièces de la carapace des Arthropodes.

§ 3. — Fentes branchiales.

La présence de fentes branchiales latérales chez les Balanoglosses et chez les Appendiculaires a été l'un des grands arguments qui ont été invoqués en faveur de leur parenté avec les Vertébrés. Cette parenté est indéniable pour les Appendiculaires (fig. 3 et 4), mais l'absence de segmentation embryonnaire chez ces animaux établit, comme nous

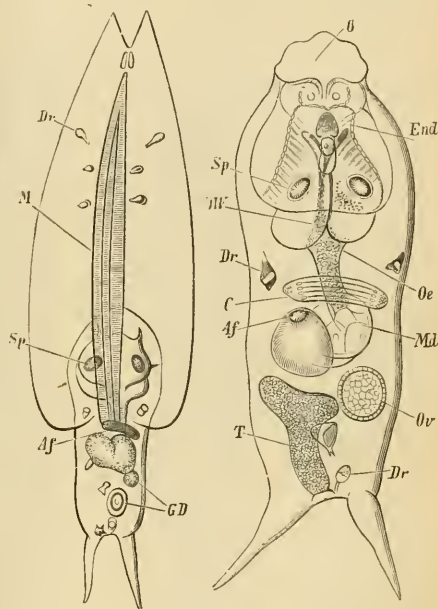


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 3. — Une appendiculaire (*Fristillaria*) entière mais sans sa coque. — La queue, de forme lancéolée, est beaucoup plus large que le corps; on y voit des glandes Dr et une puissante bande musculaire recouvrant la corde dorsale M; dans le corps, situé en arrière, sont figurés en Sp, les fentes branchiales; en Af, l'anus; en GD les glandes génitales.
Fig. 4. — Corps de l'Appendiculaire précédente séparé de la queue et orienté de la même façon. — O, bouche; End, gouttière ciliée; Sp, fentes branchiales; Dw, branche ciliée pharyngienne dorsale; Oe, œsophage; Md, estomac; Af, anus; C, cœur; Dr, glandes; Ov, ovaire; T, testicule.

l'avons déjà fait remarquer (loi de patrogenie), qu'ils sont non des Vertébrés ancestraux, mais des Vertébrés dégénérés; la même remarque s'appliquerait aux Balanoglosses, au cas où l'on admettrait comme réelles les ressemblances qu'on s'est efforcé de trouver entre eux et les Vertébrés, en dehors de leurs fentes branchiales. Mais cette dernière ressemblance est elle-même suspecte. Les fentes branchiales des Vertébrés, les fentes bran-

⁴ On ne sait pas, à la vérité, comment s'établit la métamorphose des Némertes; mais on conçoit que des segments qui se produisent de plus en plus vite puissent arriver à se former d'un seul coup; ce serait alors un phénomène de tachygénèse, non un phénomène primitif.

chiales primitives et secondaires de l'*Amphioxus* se répètent, en effet, exactement comme les segments de leur corps; bien que l'embryon des *Balanoglossus* présente des traces manifestes de métaméridation, il n'y a aucun rapport entre ses segments et les fentes branchiales. Cela s'expliquerait, à la rigueur, comme le montre l'*Amphioxus* lui-même, dans l'hypothèse d'une dégénérescence du Balanoglossus, non dans celle qui en fait un ancêtre.

L'absence de fentes branchiales chez les Vers annelés est, à la vérité, une objection que l'on peut opposer à la théorie annélide des Vertébrés. Elle est facile à lever. Les fentes branchiales ne sont, en effet, que des orifices adventifs de diverticules latéraux du tube digestif. Or, de nombreux Vers annelés présentent des diverticules semblables et ces diverticules pénètrent jusque sous les téguments chez les Aphrodités; il s'en produit aussi chez les Turbellariés et les Mollusques gastéropodes nudibranches, qui sont des Néphridiens comme les Vers annelés; ici ces diverticules peuvent s'ouvrir à l'extérieur (*Tungia*, *Cycloporus*, *Eolidiens*).

Les Balanoglosses eux-mêmes, s'ils étaient les ancêtres des Vertébrés, viendraient s'intercaler entre eux et les Vers annelés, et témoigneraient ainsi de la possibilité de l'apparition de fentes pha-

ryngiennes chez ces derniers. Les phénomènes de bourgeonnement des CRENODRILÉ, de divers SYLLIDE et SERPULINE, des NAIDOMORPHA démontrent d'ailleurs la possibilité de l'apparition d'orifices adventifs du tube digestif chez les Vers annelés proprement dits.

§ 4. — Appareil circulatoire.

Parmi les ancêtres attribués aux Vertébrés, les

Vers annelés, les Némertiens, les Balanoglosses ont, comme eux, un appareil circulatoire clos; on ne connaît, au contraire, aucun Arthropode dont l'appareil circulatoire ne soit pas en partie lacunaire. De ce chef, les Arthropodes sont donc exclus une seconde fois.

L'appareil circulatoire des Némertiens n'a pas de centre d'impulsion différencié: ce qu'on appelle le cœur chez les Balanoglosses est un organe situé du même côté du tube

digestif que l'axe nerveux et ne saurait, en conséquence, être homologué avec le cœur des Vertébrés, qui est situé du côté opposé. Les Vers annelés, avec leur tube digestif compris entre le vaisseau contractile et la chaîne nerveuse, présentent donc seuls les relations typiques descentres circulatoires, du tube digestif et de l'axe nerveux que l'on observe chez les Vertébrés. Les mêmes rapports s'observent, à la vérité, chez les Arthropodes.

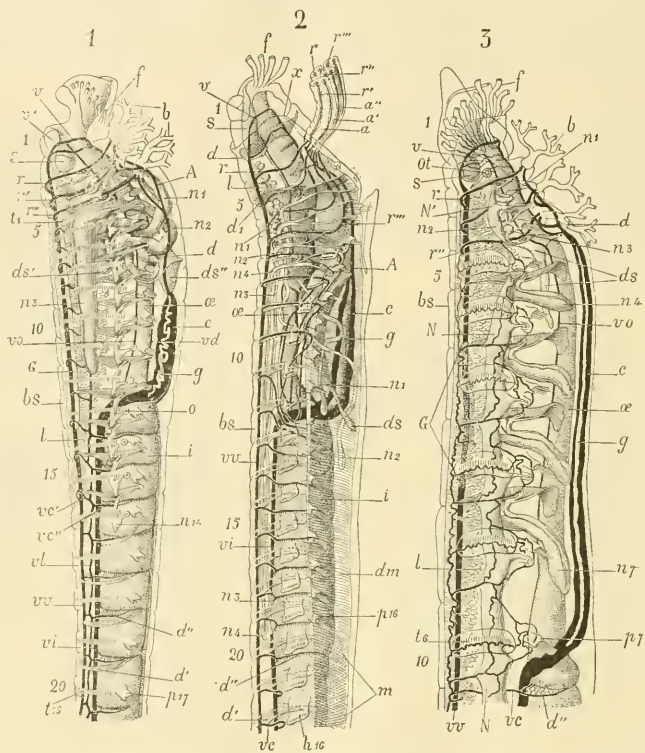


Fig. 5. — Organisation de la région antérieure du corps de trois Vers annelés, montrant les modifications de l'appareil néphridien. — 1 et 3 sont des TEREBELLIDÉ (*Amphitrite rubra* et *Lanice conchylega*); 2, un AMPHÉTIDÉ (*Melinna palmata*); f, petits tentaculaires; b, branchies; n₁ à n₁₄, les quatorze néphridies gauches; d, ds, ds', ds'', cloisons et leurs dépendances; œ, œsophage; i, intestin; C, cœur; vd, v', r, r', r'', A, A', A'', vaisseaux; N, N', canaux néphridiens des *Lanice*; p₁-p₁₇, t₁-t₁₇, soies.

digestif que l'axe nerveux et ne saurait, en conséquence, être homologué avec le cœur des Vertébrés, qui est situé du côté opposé. Les Vers annelés, avec leur tube digestif compris entre le vaisseau contractile et la chaîne nerveuse, présentent donc seuls les relations typiques descentres circulatoires, du tube digestif et de l'axe nerveux que l'on observe chez les Vertébrés. Les mêmes rapports s'observent, à la vérité, chez les Arthropodes.

§ 5. — Appareil néphridien.

L'appareil urinaire des véritables Arthropodes¹ est construit sur un tout autre type que l'appareil néphridien des Vers annelés, des Némertes, de l'*Amphioxus* et des Vertébrés; cet appareil paraît manquer chez le Balanoglosse, ainsi frappé d'un nouveau motif d'exclusion; il est formé, chez les Vers annelés et chez l'*Amphioxus*, de tubes ciliés indépendants, s'ouvrant dans la cavité générale, d'une part, et à l'extérieur d'autre part, et se retrouvant régulièrement, soit dans presque tous les segments du corps, soit dans un certain nombre d'entre eux seulement, les segments antérieurs, par exemple (AMPHICTENIDE, AMPHARETIDE, TEREBELLIDE, *Amphioxus*). Les néphridies des Némertes sont aussi limitées à la région antérieure du corps et viennent s'ouvrir de chaque côté dans un canal collecteur; les Némertes semblent, par là, se rapprochant davantage des Vertébrés; mais des dispositions analogues existent chez des Vers annelés marins (*Loimia medusa*, *Lanice conchylega*) (fig. 5); chez certains Lombriciens (*Octochaetus*, *Perichaeta*) et quelques Hirrudinés (*Pontobdella*), les néphridies ne forment, pour tout le corps, qu'un seul et même système de tubes réticulés. En outre, chez les Vers annelés, les néphridies se mettent presque toujours plus ou moins au service de l'appareil génital, comme chez les Vertébrés. Chez les Vers de terre (LUMBRICIFORMES), il s'accomplit même un dédoublement de l'appareil rénal et de l'appareil excréteur des glandes génitales dont j'ai fait, dès 1881², ressortir les analogies avec celui qu'on observe chez les Vertébrés (canal de Wolf et canal de Müller). L'avantage demeure donc aux Vers annelés, dont les Némertiens ne sont vraisemblablement, d'ailleurs, que des formes très modifiées.

Les Vers annelés étant désormais seuls en cause, il reste à expliquer comment ils ont pu être le point de départ des dispositions organiques qui sont propres aux Vertébrés.

¹ Les Péripatés ne peuvent être compris parmi eux avec certitude, malgré les récents efforts que l'on a faits pour les en rapprocher. Rien n'est plus douteux que l'assimilation que l'on a voulu faire de leurs tubes respiratoires avec les trachées des Myriapodes; leurs appendices céphaliques sont tout autrement différenciés que chez ces animaux; il n'y en a que deux paires au lieu de quatre, et ces deux paires, au lieu d'être des organes préhenseurs et des pattes-mâchoires, comme chez les Arachnoïdes, sont des antennes et des mâchoires proprement dites; de sorte qu'il est impossible de les rattacher à aucun des autres groupes d'Arthropodes; en revanche, leurs néphridies vibratiles, assure-t-on, sont tout à fait comparables à celles des Vers annelés près de qui M. de Quatrefages les rangeait. Leur développement très accéléré ne renseigne pas sur leurs affinités.

² Les Colonies animales, p. 677 et 684.

III. — CARACTÈRES MONTRANT LE PASSAGE DES VERS ANNÉLÉS AUX VERTÉBRÉS.

§ 1. — Corde dorsale.

Si l'on a pu assimiler un instant à la corde dorsale des embryons de Vertébrés et de Tuniciers, le diverticule entodermique proboscédien des Balanoglosses ou même la trompe des Némertes, c'est faute d'avoir rigoureusement défini les conditions qui ont amené la formation de la corde et les rapports nécessaires qui résultent de cette formation. L'embryogénie de l'*Amphioxus*, comme celle des Tuniciers, démontre, en effet, que la corde n'est originellement

ni un cordon cellulaire, ni un diverticule de l'estomac, mais bien toute la région de l'entoderme comprise entre l'ébauche du système nerveux et les deux ébauches du mésoderme. Ces trois ébauches sont trois régions d'actif développement, qui ne peuvent emprunter qu'à la plage entodermique

comprise entre elles les aliments de réserve qui leur sont nécessaires. Les éléments de la plage ainsi circonscrite se vident, en conséquence, se vacuolisent et se mortifient, dans une certaine mesure; le reste de l'entoderme continue, au contraire, à se développer, par suite, glisse au-dessous de la plage inerte, l'élimine, se fermant au-dessous d'elle pour constituer le tube digestif, et c'est cette plage éliminée, dont l'origine est bien nette, qui, par le groupement de ses éléments en cordon, constitue la corde dorsale. La corde ainsi réalisée n'a, on le voit, rien de commun que la mortification de ses cellules avec le diverticule entodermique qui pénètre dans la trompe des Balanoglosses pour contribuer sans doute à sa nutrition (fig. 6), et qui a son analogue chez les

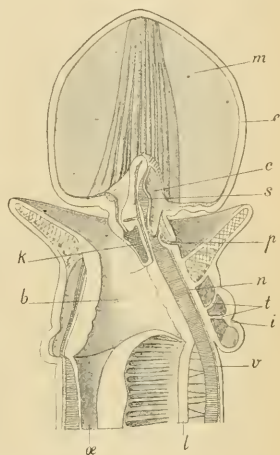


Fig. 6. — Coupe verticale médiane de la trompe, du collier et d'une portion de la région branchiale du *Balanoglossus minulus*. — m, trompe contenant un faisceau de muscles longitudinaux; e, épiderme; s, organe glandulaire; c, cœur superposé à la prétendue corde dorsale; k, cartilage placé au-dessous de la prétendue corde; b, bouche; a, œsophage; t, bandelette épibranchiale; v, vaisseau dorsal; i, sillon articulaire du collier; r, racines nerveuses; n, cordon nerveux; p, pore de la trompe.

Cephalodiscus. On ne peut pas plus assimiler ces formations à un rudiment de corde, qu'on ne pourrait le faire pour le diverticule médian, tout à fait analogue cette fois à celui des *Balanoglosses*, qu'envoie en avant l'intestin principal de la plupart des *Turbellariés* polyclades et triclades. La production de la corde dorsale est la conséquence de la tachygenèse qui, chez les Vers annelés anciens des Vertébrés, a affecté simultanément le système nerveux et le mésoderme. Au lieu de se former par délamination, le premier s'est constitué par une invagination de l'exoderme; dans la formation du second, deux invaginations entodermiques ont remplacé la prolifération cellulaire primitive; l'invagination nerveuse, les évaginations mésodermiques ont circonscrit la plage entodermique qui est devenue la corde. Le volume du système nerveux impliquait nécessairement l'intervention de la tachygenèse dans sa formation; ce volume fournit encore l'explication des deux derniers caractères distinctifs des Vertébrés.

§ 2. — Disparition du collier œsophagien.

Le volume exceptionnel pris par le système nerveux chez tous les Vertébrés exclut de leur généalogie les *Balanoglosses* où le cordon axial est, au contraire, réduit à un très court rudiment, ne dépassant pas la longueur du collier. Les proportions prises par l'axe nerveux entraînent forcément son développement précoce, sa formation par des procédés rapides. Il se forme, en effet, aux dépens d'une assez large plage exodermique, qui s'enfonce au-dessous des régions voisines bien avant que la bouche ne se soit constituée. Le système nerveux ébauché avant la bouche n'a plus lieu de tenir compte, comme il le fait chez les Vers annelés, de l'existence de celle-ci, en se développant autour d'elle comme un collier. Le collier n'a plus de raison d'être¹, il disparaît, et le cerveau, se complétant sur la ligne médiane neurale, s'oppose à la formation de la bouche sur cette ligne.

C'est la cause du renversement d'attitude des Vertébrés, déjà signalé par Geoffroy Saint-Hilaire.

§ 3. — Renversement d'attitude du Vertébré.

La simple comparaison d'une coupe d'embryon de *Squale* et d'une coupe de *Ver* annelé suffit à établir, comme, après Geoffroy Saint-Hilaire, l'a prouvé Semper, que l'inverse disposition des organes dans les deux embranchements (fig. 7) s'explique facilement par un simple changement d'attitude. Si l'on envisage l'embryogénie de l'*Amphioxus*, telle qu'elle a été décrite par Hatschek et, en dernier lieu, par Willey, en ayant présentes à l'esprit les considéra-

tions que nous venons de résumer, non seulement toutes les singularités, en apparence inexplicables, du développement de ces animaux s'éclairent d'elles-mêmes, mais elles montrent par quelle voie a été réalisée l'inversion des Vertébrés supérieurs. La bouche de l'*Amphioxus* ne se transporte pas, en effet, d'emblée sur la ligne médiane du corps opposée à celle qu'occupe l'axe nerveux; elle se forme le plus près possible de sa situation primitive, sur le côté gauche du corps. La bouche étant devenue latérale, l'animal ne peut manger qu'à la condition de se coucher sur le côté

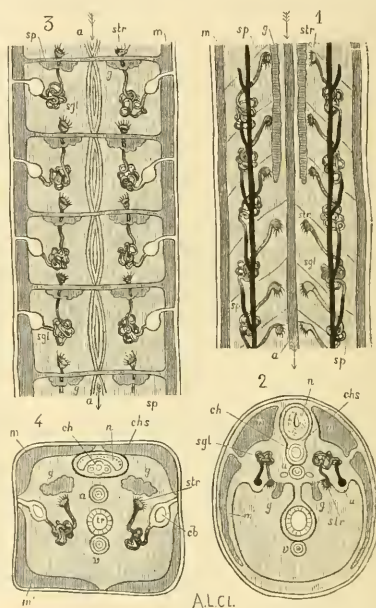


Fig. 7. — 1 et 2. Coupe longitudinale et coupe transversale, dans la position normale de l'animal, d'un embryon de *Squale*; 3 et 4, coupe longitudinale et coupe transversale renversée d'un *Ver* annelé (*Enaxus*). — n, cordon nerveux; m, m', muscles; chs, à droite, corde dorsale; chl, à gauche, fibres nerveuses géantes; a, aorte; tr, tube digestif; v, vaisseau contractile; g, glandes génitales; str, pavillon vibratile; syl, glomérule; sp, cloison interannulaire; u, uretère; cb, réservoir urinaire.

gauche du corps, ce qui devient son attitude habituelle.

Du principe de Lamarck, d'après lequel les organes se perfectionnent par l'usage et tombent en déchéance par le repos, principe dont toute l'histoire des animaux sans vertèbres est, d'ailleurs, une éclatante confirmation, il résulte qu'en raison de cette attitude nouvelle les organes des sens de la moitié gauche du corps, plus en rapport avec la recherche des aliments, se développent seuls : le jeune animal ne présente qu'une

¹ E. PERRIER : *Les Colonies animales*, 1881, p. 695.

fossette olfactive et un organe gustatif (organe de Hatschek) tous deux situés à gauche. Par suite de cette même attitude, toutes les fentes branchiales gauches sont masquées et mises dans l'impossibilité de fonctionner normalement. L'animal est dès lors amené à tordre la région de son corps qui leur correspond, de manière à ramener toutes ses fentes branchiales sur le côté droit du corps. Ceci n'est pas une simple hypothèse; cette torsion, le jeune *Amphioxus* la présente au cours de son développement, sans qu'aucune nécessité physiologique actuelle puisse l'expliquer; ses deux séries de fentes branchiales, les bandelettes saillantes entre lesquelles elles sont comprises, et qui sont les premières traces de la cavité péribranchiale de l'animal adulte, se forment exclusivement sur le côté droit du corps et dessinent la courbe suivant laquelle la torsion s'est effectuée. L'application de la loi de patagonie oblige à conclure que les ancêtres de l'*Amphioxus* ont traversé une période où ils vivaient couchés sur le côté gauche, la bouche

retrouvé cette symétrie, comme en témoigne la présence, sur le côté gauche du corps, d'une fossette olfactive unique, la continuité de la moitié droite du capuchon oral avec l'expansion céphalique de la nageoire et, chez les *Amphioxus cultellus* et *lucayanus*, celle de la seule paroi droite de la cavité branchiale avec la nageoire ventrale, le chevauchement des segments musculaires droits et gauches, et enfin l'avortement des organes génitaux du côté gauche, chez l'*Amphioxus cultellus* du détroit de Torrès et l'*A. lucayanus* de Bahama, pour lesquels ont été créés les genres *Epigonichthys* et *Asymmetron*.

IV. — RÈGLE DE LA FIXATION DES ATTITUDES.

Les inductions au moyen desquelles nous avons interprété les phénomènes de torsion que l'on constate dans le développement de l'*Amphioxus*, les déductions que nous avons tirées de ces phénomènes, relativement à l'histoire du renverse-

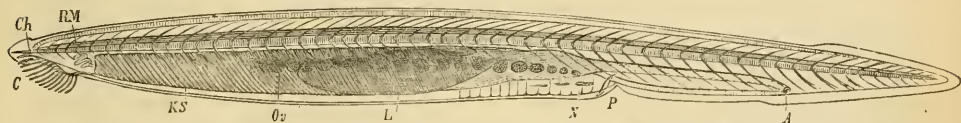


Fig. 8. — *Amphioxus* adulte. — C, cirres du capuchon buccal; Ch, corde dorsale; RM, moelle épinière; KS, sac branchial; Ov, ovaires; L, cæcum hépatique; N, bourrelets glandulaires; P, pore atrial; A, anus.

appliquée contre le sol, et où ils étaient obligés, pour assurer la régularité de leur respiration, de tordre la région branchiale de leur corps. Cette attitude permanente a déterminé, par suite de la contraction constante de certains muscles et du relâchement de leurs antagonistes, une dissymétrie du corps qui s'est transmise héréditairement, et cette phase de l'histoire de l'*Amphioxus* se trouve encore inscrite dans son développement embryogénique.

Plus tard, l'animal a pris l'habitude d'enfoncer dans le sable son extrémité postérieure; il s'est trouvé ramené à vivre dans un milieu homogène; des forces symétriques, agissant d'accord d'une part avec une hérédité plus ancienne, non combattue par les efforts contraires et ininterrompus de l'animal, d'autre part avec la conformation même des régions du corps qui ont échappé à la torsion, ont amené la bouche, par des déformations successives, à se placer sur le plan de symétrie; et comme elle ne pouvait reprendre sa place du côté dorsal, elle s'est transportée sur la face ventrale. Ainsi s'est trouvée préparée l'attitude nouvelle et le retour à une symétrie parfaite de Vertébrés descendants de l'*Amphioxus*.

Ce dernier, à l'état adulte (fig. 8), n'a pas encore

ment des Vertébrés, ne sont que des applications strictement scientifiques de lois générales, reconnues par tous, en principe, mais trop souvent oubliées dans chaque cas particulier.

Des applications analogues ne sont pas moins fécondes dans d'autres groupes du Règne animal. C'est ainsi que le principe de Lamarck fournit une explication rationnelle de la remarquable *métamorphose rotative* qu'éprouvent presque tous les animaux qui se fixent par l'extrémité antérieure du corps (Cirripèdes, Bryozoaires, Crinoïdes, Tuniciers), et qui a pour but de transporter les orifices buccal et anal le plus loin possible du plan de fixation; l'étude de l'embryogénie de ces animaux permet de reconstituer les phases de leur rotation et de prendre sur le fait l'action de la tachygénèse; c'est ainsi que l'organisation si singulièrement dissymétrique des Mollusques gastéropodes s'explique par des phénomènes de torsion en divers sens, d'abord sans doute volontaires et commandés à ces Mollusques, comme à l'*Amphioxus*, par les besoins de sa respiration. De même, plus près de l'*Amphioxus*, les efforts des Poissons pleuronectes pour assurer leur vision binoculaire en ramenant leurs deux yeux sur un même côté du corps ont entraîné la dissymétrie de leur tête et

retenti même sur la disposition des nageoires.

Nous ne citons ici que les applications les plus saillantes d'une règle qui ne doit jamais être perdue de vue lorsqu'on cherche l'explication des phénomènes morphologiques, et qui n'est qu'un corollaire, du principe de Lamarck relatif à l'usage ou au défaut d'usage des organes. Cette règle, qu'on peut nommer *règle de la fixation des attitudes*, s'exprime ainsi :

Lorsqu'il survient, dans le genre de vie ou dans la conformation d'un animal, quelque changement qui place des organes importants dans des conditions défavorables à leur fonctionnement, l'animal, par un

changement d'attitude, amène peu à peu ces organes dans une position qui leur permette d'accomplir le mieux possible leur fonction; l'attitude nouvelle, provoquée par le sentiment du besoin, et d'abord plus ou moins momentanée, se fixe peu à peu par une modification permanente des organes qui l'ont produite, puis devient héréditaire et se trouve ainsi le point de départ d'une lignée nouvelle des formes organiques.

Edmond Perrier,

de l'Académie des Sciences,
Professeur au Muséum.

LA CRISTALLISATION DES MATIÈRES ALBUMINOÏDES ET LES CRISTALLOÏDES PROTÉIQUES DE LA MICROGRAPHIE

La cristallisation des matières albuminoïdes est un problème qui a attiré depuis longtemps l'attention des physiologistes. L'étude chimique de ces substances étant du plus haut intérêt pour bien comprendre leur rôle dans l'organisme, on devait chercher à préparer pour l'analyse des échantillons purs; et, pour purifier des corps, le meilleur moyen est de les faire cristalliser.

Malheureusement, les premiers essais tentés dans cette voie restèrent infructueux, et les hémoglobines furent seules connues pendant longtemps à l'état cristallisé. Quant aux autres groupes d'albuminoïdes, on en vint à dire qu'ils ne pouvaient pas cristalliser; on rapprocha de ce fait leur pénible diffusion à travers les membranes dialysantes, et Graham donna l'expression la plus nette de ces idées dans la dénomination de *cristalloïdes* et de *colloïdes* qu'il appliquait aux matières diffusibles et non diffusibles. La présence de l'hématine et du fer dans la molécule d'hémoglobine semblait en faire une substance albumoïde si spéciale, qu'on ne prit pas trop garde à l'exception présentée par l'hémoglobine, non diffusible et cependant cristallisable.

On voulut trouver des raisons à ce défaut de cristallisation. Pasteur, dans une conférence faite le 22 décembre 1883 à la Société chimique de Paris¹, proposa une explication très ingénieuse que lui avaient suggérée ses études sur l'hémiédrisme des tartrates. Si les molécules d'un corps n'ont pas de plan de symétrie, leur groupement formera un cristal hémédrisme, c'est-à-dire pourvu de la moitié seulement des faces d'un cristal complet, et ce corps aura un isomère d'orientation inverse à la sienne.

Si l'on a 2 groupes dissymétriques, en les combinant 2 à 2 entre eux et avec leurs inverses, on aura 8 isomères présentant chacun le quart des faces d'un cristal complet : c'est la tétraoédrisme. Enfin, s'il y a 3 groupes dissymétriques et leurs inverses, on aura 8 isomères dont chacun devrait posséder le huitième des faces d'une forme complète : ce serait l'octoédrisme. Mais l'octoédrisme n'a jamais été rencontrée par les observateurs ni supposée par les théoriciens; l'octoédrisme est cristallographiquement impossible. Les corps formés de 3 ou plusieurs groupes dissymétriques ne sauraient donc cristalliser : il suffit de supposer que les albuminoïdes ont cette constitution. « En d'autres termes, pour faire les produits essentiels de la vie, les principes immédiats de nos tissus, de notre sang, principes qui doivent être mous, flexibles, glissants, non cristallins, la Nature, pour faire ces produits de la vie, n'aurait qu'à unir un nombre minimum de 3 groupes dissymétriques. »

Cette idée si séduisante n'a pas reçu la confirmation expérimentale qu'elle demanderait. D'autre part, la stéréochimie exige encore, avant de former un corps de doctrine complet et définitif, trop de recherches nouvelles, pour qu'il soit possible, à l'heure actuelle, d'entrer dans la discussion de ces théories. Quoi qu'il en soit, on a signalé, en dehors des hémoglobines, un certain nombre d'albuminoïdes cristallisés.

Depuis longtemps déjà les botanistes avaient trouvé, dans les tissus végétaux, des corps cristallins offrant toutes les réactions des albuminoïdes. La découverte de Hartig² date de 1856, et, depuis cette époque, un grand nombre d'auteurs ont re-

¹ PASTEUR : La dissymétrie moléculaire. Conf. à la Soc. Ch. de Paris, Rev. Scientifique, 5 janv. 1884.

² HARTIG : Botanische Zeitung, 1856; HARTIG : Entwicklungsgeschichte des Pflanzenkeimes. Leipzig, 1858.

nouvelé et complété ses observations. Radlkofer¹, Cohn², Nägeli³, et d'autres ont trouvé ces albuminoïdes dans la noix de Para (*Bertholletia excelsa*), le *Lathraea squamaria*, les graines de Ricin, de *Sparganium ramosum*, etc... : ce sont ces formations qu'on a désignées sous le nom de grains d'aleurone. Il y a plus : un certain nombre d'expérimentateurs, Maschke⁴, Sachsse⁵, Schmiedeberg⁶, Drechsel⁷, Weyl⁸, Rithhausen⁹, Barbieri¹⁰, Grübler¹¹, etc., avaient réussi à extraire les substances protéiques des tissus qui les renferment, et à les reprecipiter sous une forme cristalline.

Les animaux aussi fournissent des albuminoïdes cristallisés; les premiers connus furent les plaquettes vitellines des œufs de Poissons et de Batraciens, dont Valenciennes et Frémy¹² étudièrent la substance sous les noms d'ichtydine et d'émidine. Depuis, on a signalé dans les organes de différents animaux un assez grand nombre de formations cristallisées, dont la nature protéique n'est pas démontrée, mais semble probable. L'énumération en serait longue¹³; je renverrai le lecteur à la liste qu'en a donnée M. Prenant dans les *Archives d'Anatomie microscopique*¹⁴. Je ne ferai que mentionner les noms de van Deen¹⁵ et de Böttcher¹⁶, dont les travaux importants n'ont malheureusement pas reçu confirmation.

L'étude cristallographique la plus sérieuse de ces albuminoïdes naturels a été faite par Schimper¹⁷ qui, en 1878 et 1881, a étudié les différents cas connus à cette époque. On trouve dans ses travaux d'excellents renseignements sur les propriétés physiques spéciales qui ont fait donner à ces for-

mations le nom de cristalloïdes : nous reviendrons tout à l'heure sur ce sujet.

I

A l'époque où Pasteur faisait sa conférence, il y avait donc vingt-sept ans déjà qu'on avait signalé des cas d'albuminoïdes cristallisés. Mais ces observations portaient sur des objets qui, par suite de leur siège et de leur petitesse, ne se prêtent que difficilement à une identification chimique parfaite et à une étude cristallographique précise. Les cristaux présentaient des propriétés bizarres, assez propres à éveiller la suspicion des chimistes, malgré les efforts de Schimper pour en donner la clef. Enfin, les observations ne portaient que sur des albuminoïdes spéciaux, appartenant soit aux œufs, soit à cet organisme végétal qui sait former tant de réserves cristallisées; ces albuminoïdes de réserve pouvaient avoir des molécules plus simples et moins dissymétriques que celles des albuminoïdes en pleine activité vitale. Les albumines typiques, les albumines animales, n'avaient pas été obtenues cristallisées.

Aujourd'hui on est parvenu à retirer du blanc d'œuf et du sérum sanguin au moins une fraction de leurs albumines à l'état cristallin, sinon pures, du moins à l'état de combinaisons salines très simples. Cette complication n'a pas grande importance, car il faut se rappeler que les albumines contiennent toujours des sels, et des sels si bien fixés à la molécule que celle-ci perd avec eux certaines de ses propriétés : l'albumine dialysée ne coagule plus que difficilement.

Les combinaisons métalliques des albumines semblent, d'ailleurs, favoriser singulièrement leur cristallisation. Déjà les cristaux artificiels, obtenus par Schmiedeberg et Drechsel en partant des matières protéiques de la noix de Para et des semences de courge, déjà ces cristaux étaient des combinaisons calciques, barytiques, et surtout magnésiennes. C'est maintenant au moyen du sulfate d'ammonium que Hofmeister et Gürber préparent respectivement les cristaux d'ovalbumine et de sérumalbumine.

Ce sont probablement des combinaisons de sulfate et d'albumine, peut-être des sulfates doubles, la molécule d'albumine renfermant des groupes amidés à fonction voisine de celle de l'ammoniaque.

A propos de ce rôle du magnésium et de l'ammonium, je dois indiquer un fait dont j'ai été frappé en examinant dans le Laboratoire de Minéralogie de M. Thoulet, à la Faculté des Sciences de Nancy, des collections de gros cristaux bien nourris et spécialement fabriqués pour l'ensei-

¹ RADLKOEFER : *Ueber Krystalle proteinartiger Körper*. Leipzig, Engelmann, 1839.

² COHN : *Journal f. praktische Chemie*, 80, 1860.

³ NÄGELI : *Botanische Mittheilungen*. I. 217, 1862. (*Sitzungsb. d. Kgl. bayer. Akad. d. Wiss.*, 1862).

⁴ MASCHKE : *Botan. Zeitung*, 1859.

⁵ SACHSSE : *Sitzungsb. d. naturf. Ges. zu Leipzig*, 1876.

⁶ SCHMIEDEBERG : *Zeitsch. f. physiol. Chemie*, 1.

⁷ DRECHSEL : *Journ. f. prakt. Ch.*, Neue Folge, 19.

⁸ WEYL : *Zeitsch. f. physiol. Ch.*, 1.

⁹ RITHHAUSEN : *Pflüger's Archiv f. die ges. Physiol.*, 16, 18. — *Zeitsch. f. phys. Ch.*, 1, p. 481.

¹⁰ BARBIERI : *Kolbe's Journ. f. prakt. Ch.*, 18.

¹¹ GRÜBLER : *Journ. f. prakt. Ch.*, CXXXI, p. 105.

¹² VALENCIENNES et FRÉMY : Recherches sur la composition des œufs dans la série des animaux. *C. R. Acad. Sc.*, 38, 1854.

¹³ Cette conférence, faite le 16 juin à la Réunion biologique de Nancy, était à l'impression quand a paru le 30 juin, dans les *Arch. d'Anat. microsc.* (t. II, 1, p. 65), un travail de van Bambeke : Cristalloïdes dans l'œocyte de *Phoxeus phalangoides*, où l'auteur rappelle un certain nombre d'observations de cristalloïdes.

¹⁴ PRENANT : Notes cytologiques. *Arch. d'Anat. microsc.*, t. I, p. 82 et p. 366, 1897.

¹⁵ VAN DEEN : *Centralblatt f. die medic. Wiss.*, 1864.

¹⁶ BÖTTCHER : *Virchow's Archiv*, Bd XXXII.

¹⁷ SCHIMPER : Untersuchungen über die proteinkrystalloïde der Pflanzen. *Strassburg, Trübner*, 1878; *Schimper : Zeitsch. f. Krystallog. und Mineral.*, Bd V, p. 131, 1881.

gnement de la cristallographie : ces cristaux renferment l'ammonium et le magnésium avec une telle fréquence qu'il est difficile d'en trouver un seul ne contenant ni l'un ni l'autre. Si l'on rapproche de cette remarque le fait que les sulfates d'ammonium et de magnésium sont précisément les deux seuls qui permettent d'opérer la précipitation complète (ou *presque*¹ complète dans le cas de $MgSO_4$) des albuminoïdes, on sera peut-être tenté de voir là autre chose qu'une simple coïncidence. Quoi qu'il en soit, voici les résultats expérimentaux auxquels on est arrivé.

Hofmeister², en 1889, prend du blanc d'œuf battu, lui ajoute son volume de sulfate d'ammonium saturé pour précipiter les globulines, filtre, et abandonne le filtrat à l'évaporation lente. Au bout de quelques jours, il se forme un précipité que Hofmeister recueille, redissout dans le sulfate demi-saturé, et abandonne de nouveau à l'évaporation. Les premiers précipités sont formés de *globulites* parfaitement sphériques, assez grosses, isotropes, et sans trace de cristallisation. Au bout d'un certain nombre de précipitations, on voit apparaître la cristallisation. Les cristaux sont très petits et sont groupés en boules radiées conservant la forme des globulites, mais constituant des *sphérolites* anisotropes et cristallines. Ils perdent ensuite le groupement sphérique, s'accroissent parallèlement les uns aux autres, se fusionnent, et forment enfin des cristaux tabulaires qui sont le dernier terme de la préparation.

Gabriel³ perfectionne le procédé de Hofmeister en diminuant la quantité d'eau à évaporer, et réduisant ainsi le temps de la préparation.

Bondzynski et Zoja⁴ réussissent à retirer de l'œuf, par la méthode de Hofmeister, non plus une seule, mais plusieurs albumines cristallisées.

Enfin, Panormoff⁵, perfectionnant encore le procédé, arrive à des produits plus purs.

La préparation des cristaux de sérumalbumine est due à Gürber⁶ et date de 1894. Les détails ont été étudiés par Michel⁷ en 1895. Ce sont ces cristaux dont j'ai fait des préparations, et que je vais présenter.

On prend du sang de cheval (car on n'a encore réussi la préparation que sur le cheval), on le

détribrine par battage, et on centrifuge pour séparer les globules. Au sérum, on ajoute son volume de sulfate d'ammonium saturé, et, après douze heures, on élimine par filtration un abondant précipité de globulines. Il faut alors ajouter au filtrat une quantité convenable de sulfate, qui est d'environ un cinquième du volume du filtrat, mais qui varie avec les échantillons, et qu'il faut savoir apprécier rigoureusement d'après l'apparition du plus léger louche, sous peine de perdre sans remède la préparation. Cette manipulation est donc assez délicate, et l'auteur lui-même, malgré son expérience, la manque encore une fois sur quatre.

Quand on a employé la quantité convenable de sulfate, on voit se former en quelques minutes des

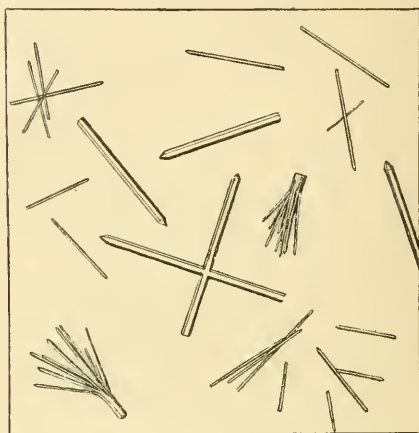


Fig. 1. — Sérumalbumine de cheval cristallisée par la méthode de Gürber (1^{re} forme).

aiguilles cristallines très petites qui envahissent la préparation et sont, après vingt-quatre heures, rassemblées au fond du vase. Il suffit, pour les purifier, de les recueillir, de les redissoudre dans l'eau, et d'ajouter du sulfate jusqu'à production d'un louche qu'on fait disparaître par quelques gouttes d'eau. L'évaporation reprécipite les cristaux.

En suivant ce procédé, j'ai obtenu des cristaux allongés qui, comme ceux de Gürber, sont d'apparence hexagonale, ou simplement rhomboédrique d'après la nomenclature française, car une symétrie ternaire suffit à rendre compte des formes observées. (Il faut dire que les mesures cristallographiques n'ont pas été faites jusqu'à présent : on n'a donc pas la certitude *absolue* d'avoir affaire au système hexagonal, mais c'est extrêmement probable.) Ces longs cristaux sont composés d'une pyramide, d'un prisme et d'une base. Ils sont

¹ $MgSO_4$ ne précipite pas les albumines vraies.

² HOFMEISTER : Ueber die Darstellung von Krystallisirtem Eialbumin und die Krystallisirbarkeit colloider Stoffe. *Zeitsch. f. physiol. Ch.*, Bd XIV, p. 165, 1890.

³ GABRIEL : *Zeitsch. f. physiol. Ch.*, Bd XV.

⁴ BONDZYSKI et ZOJA : *Zeitsch. f. physiol. Ch.*, Bd XIX.

⁵ PANORMOFF : *Bull. Soc. Chim. de Paris*, t. XVIII, p. 595, 1897.

⁶ GÜRBER : *Sitzungsber. d. physik.-medic. Ges. zu Würzburg*, 1894 et 1895.

⁷ MICHEL : *Verhandl. d. physik.-medic. Ges. zu Würzburg*, Bd XXIX, 1895.

représentés dans la figure 1, où l'on voit une macle assez fréquente chez ces cristaux.

J'ai essayé de ralentir l'évaporation, dans l'espoir d'obtenir de gros individus pour l'étude cristallographique. Mais cet espoir a été déçu, par la

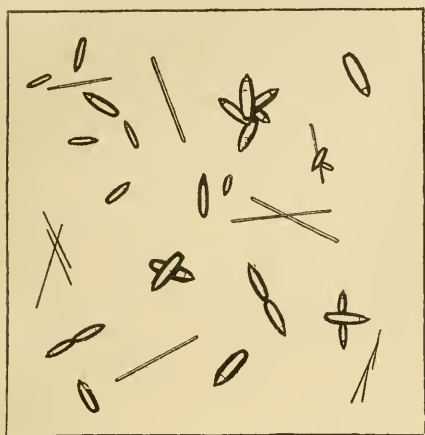


Fig. 2. — *Sérumalbumine de cheval cristallisée (2^e forme).*

raison que ces cristaux présentent un phénomène de sursaturation. L'évaporation d'une dernière goutte d'eau détermine leur précipitation en masse, et, pour les redissoudre, il ne suffit pas d'une goutte, mais il faut relativement beaucoup d'eau. Or, quoi qu'on fasse, la cristallisation d'une solution sursaturée est toujours brusque.

Le seul résultat que j'aie obtenu en variant les conditions de l'évaporation a été l'apparition de formes nouvelles modifiant les premières.



Fig. 3. — *Formes des cristaux de sérumalbumine.* — A, formes de la fig. 1; B, formes de la fig. 2.

2^o Les faces d'une pyramide très allongée ;

3^o Le prisme ;

4^o Une nouvelle pyramide très allongée ;

5^o Une pyramide très aplatie ;

6^o La base.

J'ai représenté par un dessin géométrique les formes des deux variétés que j'ai obtenues (fig. 3).

Outre les mâcles par pénétration rectangulaire, les cristaux se trouvent quelquefois maclés par accollement des bases. Ceux de la figure 1 paraissent alors holoédriques, sauf une petite ligne de séparation souvent fort peu visible. Ceux de la figure 2 présentent au milieu de l'ensemble un étranglement très net.

Je ne veux pas m'arrêter ici aux considérations théoriques que pourraient inspirer les travaux de Hofmeister, Gabriel, Bondzynski et Zoja, Panormoff, Gürber, Michel ; je passe à une question plus intéressante pour les biologistes, la question des cristalloïdes.

11

Il faut préciser d'abord le sens du mot *cristalloïde*. Ce mot n'est pas très heureux, car il semble désigner quelque chose qui aurait l'apparence d'un cristal, sans l'être, sans en avoir la structure intime ; et les biologistes, que leurs études ont habitués à rencontrer des formes de passage, des formes embryonnaires, pourraient être tentés, s'ils prenaient ce terme dans son sens étymologique, de considérer les cristalloïdes comme des intermédiaires entre la matière vivante amorphe et la matière cristallisée. Ceci ne serait pas juste. Dès qu'un assemblage de molécules est assez considérable pour être visible, il est cristallisé, ou non. La cristallisation, résultant de l'orientation et de l'arrangement régulier des molécules, précède la forme géométrique extérieure, elle ne la suit pas. Au point de vue de la *structure*, les cristalloïdes ne sont pas des acheminements de la matière amorphe vers la cristallisation.

Au contraire, les cristalloïdes, tels qu'ils ont été étudiés dans les plantes par Nägeli et Schimper, ne sont qu'un groupe de la classe des cristaux. Il résulte des travaux de Schimper que les représentants de ce groupe possèdent une propriété caractéristique : c'est l'imbibition, la faculté d'absorber de l'eau dans leur intérieur et de se gonfler en changeant quelque peu leurs angles. Mais ce changement d'angles dû à l'imbibition n'atteint pas plus leur qualité de cristaux, que la dilatation par la chaleur, par exemple, d'un cristal quelconque. Les directions d'inégale valeur cristallographique se dilatent inégalement, les langes des faces sont obligés de changer. Cette variation des paramètres peut même aller jusqu'à un changement de système¹.

¹ Cette comparaison ne porte évidemment que sur les résultats apparents des phénomènes physiques, sans vouloir préjuger absolument rien de leur nature.

ainsi que l'ont montré les expériences classiques de Klein¹, de Mallard² et Le Châtelier³ sur la boracite, qui, d'abord formée de douze individus orthorhombiques, devient à 265° parfaitement cubique, pour reprendre, à température plus élevée, la structure rhombique.

Eh bien, ce que produit la chaleur chez tous les cristaux, l'imbibition suffit à le produire chez les cristaux albumineux. Il n'y a rien d'inadmissible à ce que la fixation de quelques molécules d'eau par la grosse molécule d'albumine ne déplace que peu son centre de gravité et ne modifie que légèrement les paramètres sans détruire les éléments principaux de la symétrie. Les variations d'angles ne seront donc que graduelles : ceci dans certaines limites, et tant que l'action du réactif ne sera pas assez violente pour briser et disperser le cristalloïde. Les cristaux albumineux deviennent plus aigus ou plus obtus, mais ils sont à chaque instant de vrais cristaux, offrant toute la symétrie qu'on est en droit d'exiger des cristaux.

Leur faculté d'imbibition, c'est-à-dire la variation de la quantité d'eau fixée par l'albumine, montre que ce sont des cristaux plus instables que les autres, et ceci n'est pas pour nous surprendre, si l'on songe qu'ils sont formés des substances les plus instables chimiquement que nous connaissons dans la nature. L'imbibition des cristalloïdes, comme la vie des protoplasmes, comme l'absorption cellulaire des principes nutritifs, n'est peut-être qu'une conséquence de la complexité de la molécule albuminoïde, du grand nombre des fonctions chimiques qu'elle renferme, et de son instabilité. Parler de *cristalloïdes protéiques* serait alors un pléonasmе : ils sont cristalloïdes parce qu'ils sont albuminoïdes.

Cependant, lorsqu'on examine des préparations histologiques renfermant des cristalloïdes, on est frappé d'une certaine gradation, conduisant de simples formations, en apparence amorphes, jusqu'aux cristaux les mieux formés. Prenons comme exemple quelques préparations empruntées aux collections du Laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine de Nancy. On y voit les cristaux découverts par Reinke⁴ dans les cellules interstitielles du testicule, les cristaux de Lubarsch⁵ qu'on trouve dans les spermatozoïdes, puis des formations bactéroïdes étudiées simultanément par Lenhossek⁶ et par

M. Prenant¹, dans les ganglions sympathiques du Hérisson; enfin, de très beaux cristaux découverts par M. Prenant² dans la glandule thyroïdienne du Caméléon.

Loïn de moi la pensée de les donner comme matières protéiques avérées : on sait d'ailleurs que Bandleben³ a qualifié d'hématoidines les cristalloïdes de Reinke. Je veux seulement signaler de beaux exemples des objets décrits en histologie sous le nom de cristalloïdes.

Eh bien, lorsqu'on parcourt ces préparations, on observe, à côté de cristaux nettement reconnaissables, une foule de bâtonnets plus ou moins bien formés, de productions irrégulières, de grains en amas ou en traînées, etc. : on rencontre tous les intermédiaires possibles. Ceci est un fait histologique, qui peut très bien, malgré les apparences, satisfaire aux exigences cristallographiques, à condition, bien entendu, de n'admettre de transitions que dans les contours, et non dans la structure intime.

III

Il est difficile de parler des cristalloïdes histologiques sans songer aussitôt aux microlithes et aux cristallites de la pétrographie, trouvés par Vogelsang il y a plus de trente ans⁴. [L'analogie s'était d'ailleurs présentée à Vogelsang lui-même, puisqu'il fait ailleurs⁵ une allusion de plusieurs pages aux cristalloïdes nouvellement étudiés par Nägeli.] Les roches sont remplies de petits corps en forme de bâtonnets, d'étoiles, de globules, plus ou moins irréguliers, disséminés dans la pâte fondamentale ou formant inclusions dans de grands individus cristallins, présentant très souvent certains éléments de symétrie et des teintes de polarisation. Ce sont des cristaux à leur début, des « structures cristallines avec arrêts de développement, qui semblent n'être pas parvenues aux formes cristallines parfaites⁶ ». Eh bien, je crois qu'il en est exactement de même pour les cristalloïdes de l'histologie. On sait en effet que les cristaux qui commencent à se former présentent très souvent une foule de petites facettes d'orientation variée, donnant un ensemble peu régulier. C'est seulement plus tard, quand le matériel est abondant et la cristallisation tranquille, qu'on voit prédominer quelques grandes facettes donnant au cristal l'aspect polyédrique qui le trahit au premier coup

¹ KLEIN : *Mineralogische Mittheilungen*, VIII.

² MAILLARD : *Bull. Soc. minéral. de France*, V, p. 214, 1882.

³ MAILLARD et LE CHÂTELIER : *Bull. Soc. minéral. de France*, VI, p. 122, 1883.

⁴ REINKE : *Beiträge zur Histologie des Menschen*, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd XLVII, 1896.

⁵ LUBARSCH : *Archiv f. pathol. Anat.*, Bd CXLV, II, 2, 1896.

⁶ LENHOSSEK : *Beiträge zur Kenntniss der Zwischenzellen des Hodens*, *Arch. f. Anat. und. Phys. Anat.*, Abth., 1897.

¹ PRENANT : *Arch. d'Anal. microsc.*, t. I, p. 366, 1897.

² PRENANT : *Arch. d'Anal. microsc.*, t. I, p. 82, 1897.

³ BANDELBEEN (K. VON) : *Archiv f. Anat. u. Entwicklg. Anat.*, Abth. 1897, Suppl. Caud. p. 192-234.

⁴ VOGELSSANG : *Die Vulkane der Eifel*, Haarl, 1864.

⁵ VOGELSSANG : *Philosophie der Geologie*, p. 118, Bonn. Cohen, 1867.

⁶ JANNETAZ : *Les Roches*, Paris, p. 75, 1884.

d'œil. Ainsi les cristaux de sérualbumine débuent par des aiguilles excessivement ténues, quelquefois courbes, où il est impossible de distinguer des faces, et dont le groupement constitue ensuite les gros cristaux bien réguliers.

Les formes irrégulières qui accompagnent les beaux individus dans les préparations histologiques pourraient donc être des cristaux n'ayant eu ni le temps ni le matériel suffisant pour développer de grandes facettes prédominantes. On les trouverait dans les cellules les moins différenciées; ce seraient des formes jeunes au point de vue biologique, et on aurait alors une série progressive, sécrétion, réserve ou dégénérescence, dont le terme ultime serait représenté par les gros cristaux bien conformés.

Cette opinion admet que toutes les formations irrégulières dont nous nous occupons possèdent une structure cristalline. Elle est corroborée par les observations de Pfeffer¹ et de Stock², qui ont trouvé des cristalloïdes à figure nettement géométrique dès leur début, quelque exigüe que soit leur taille. Nous remarquerons qu'on suppose ainsi la préexistence des cristaux dans les tissus vivants, évidente toutes les fois qu'on s'est adressé à des matériaux frais.

IV

Mais dans certains cas une autre interprétation est peut-être admissible : les formes irrégulières

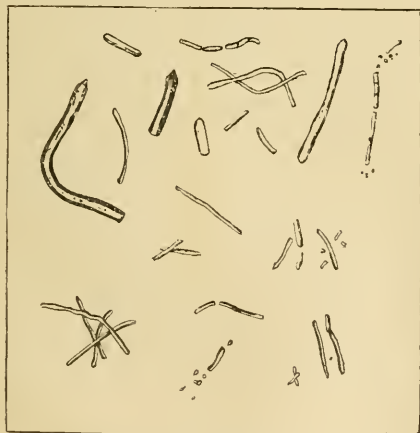


Fig. 4. — Sérualbumine cristallisée coagulée : dégénérescence bactéroïde.

pourraient être des débris et pour ainsi dire des

cadavres amorphes d'anciens cristaux. Je prends les cristaux de sérualbumine, je les coagule par l'eau chaude, détruisant ainsi la combinaison sulfatée qui leur avait permis de cristalliser; j'élimine



Fig. 5. — Sérualbumine cristallisée : dégénérescence granuleuse.

le sulfate par lavage, et il me reste un squelette d'albumine amorphe. Eh bien, il y a de ces squelettes qui conservent si bien leur forme géométrique qu'on les prendrait encore pour des cristaux. Il y en a par contre en forme de bâtonnets, rectilignes, flexueux, bosselés, moniliformes (fig. 4). Il y en a de fragmentés en trainées granuleuses. Il y en a même qui sont gonflés et remplis de granulations sphériques s'échappant par les extrémités effilochées du cristal pour former des amas tout à fait semblables à des elasmatoctes, etc. (fig. 5). Bref, on retrouve là toutes les formes qu'on peut observer dans les préparations histologiques.

J'ai remarqué de plus que les altérations sont d'autant plus profondes que la coagulation et les lavages ont été plus prolongés, et que les squelettes sont plus vieux. Elles s'arrêtent au contraire si on fixe l'albumine en la combinant aux métaux lourds, par exemple en employant le sublimé. Je me demande donc si dans certains cas il n'en serait pas de même pour les pièces histologiques; leurs grains cristalloïdes proviendraient alors de cristaux détruits, soit par les modifications chimiques de la cellule vivante, soit peut-être même par l'action des agents fixateurs. On pourrait supposer, par exemple (ceci sous toutes réserves), que ces cristaux sont des sels doubles formés, comme les cristaux artificiels de Hofmeister et de Gürber, par la combinaison d'un acide avec une albumine et une base azotée, base uréique, xanthique ou créatinique,

¹ PFEFFER : *Pringsheim's Jahrb. f. Bot.*, Bd VIII.

² STOCK : *Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen.*, Bd VI, 1892, et *Diss. Tübingen*, 1892.

comme il en existe tant dans l'organisme animal.

Ceci n'est évidemment qu'une simple hypothèse, mais je ferai remarquer deux faits. D'une part, comme l'a écrit M. Prenant¹, « sur les préparations fixées par le liquide de Flemming, ces formations sont incomparablement plus évidentes que sur les coupes provenant de pièces traitées par le sublimé », et le liquide de Flemming est précisément un de ces réactifs acides dont je parlais. D'autre part, les cristalloïdes sont très souvent entourés d'une auréole claire, d'une vacuole, comme si la combinaison saline ou autre avait rassemblé toute l'albumine avoisinante pour en faire un cristal.

Que la formation des *cristalloïdes* ait été vitale ou artificielle, si les formes irrégulières en étaient

des résidus, les cristalloïdes de la micrographie pourraient donc constituer des séries régressives, des cadavres de *cristaux* à différents stades de destruction. C'est aux recherches biologiques qu'il appartient de décider dans chaque cas l'interprétation admissible; mais ce choix doit s'appuyer sur des considérations étrangères aux cristalloïdes eux-mêmes. La régularité plus ou moins géométrique de leurs formes est à elle seule impuissante à fournir ces données chronologiques de si haute importance pour la physiologie cellulaire¹.

L. Maillard,

Préparateur de Chimie
à la Faculté de Médecine de Nancy.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS

DE LA CULTURE DU TRÈFLE, DE LA LUZERNE ET DU SAINFOIN

EN FRANCE

I. — IMPORTANCE CULTURALE ET ÉCONOMIQUE.

Comme conséquence de l'accroissement toujours plus accentué du bétail en France, la culture des plantes fourragères a pris une telle importance qu'on ne saurait l'exposer en un seul article. Nous bornerons la présente étude aux plantes fourragères légumineuses formant les *prairies artificielles*, que représentent le Trèfle, la Luzerne et le Sainfoin. Nous laisserons donc complètement de côté non seulement les prairies, herbages et pâturages, mais encore les plantes fourragères dites sarclées, telles que fèves, vesces, maïs-fourrage, choux, pommes de terre, betteraves², etc., ainsi que les diverses graminées, seigle, orge, avoine, ray-grass et autres, souvent consommées en vert par le bétail.

§ 1. — Rôle économique.

La mévente des céréales, malgré les droits de douanes si souvent modifiés, ainsi que l'abaissement graduel du prix de la plupart des plantes industrielles, ne sont pas la cause unique de l'extension de la culture des fourrages. En effet, comme le font si judicieusement observer MM. C. et H. Denaiffe³, l'augmentation toujours croissante de la population marchant de pair avec le

développement de la civilisation et du bien-être, il a fallu s'appliquer à produire plus de viande et de lait. La consommation de la viande a pris des proportions extraordinaires en France depuis cinquante ans; à cette époque, le paysan français ne mangeait de la viande de boucherie que deux ou trois fois par an, à l'occasion des grandes fêtes; de son côté, l'ouvrier des villes en consommait beaucoup moins qu'aujourd'hui. Depuis, des boucheries se sont installées jusque dans les petites bourgades; elles sont nombreuses dans certaines villes, et les citadins, même peu aisés, ainsi que les ouvriers de la campagne, peuvent se procurer journellement ce qu'ils ne s'offraient autrefois qu'à grand-peine et à de longs intervalles.

Il a fallu aviser aux moyens d'augmenter la production fourragère pour satisfaire aux besoins toujours plus grands et nourrir le bétail chaque jour plus nombreux, destiné à fournir la viande, de même que le lait et ses dérivés. Aussi, depuis un demi-siècle, la production fourragère a-t-elle pris un immense développement; depuis quelques années, elle marche à grands pas dans la voie du progrès.

Les prairies naturelles et les herbages ne suffisent plus pour le bétail français et, d'ailleurs, ces cultures, comme on le sait, ne peuvent être établies que dans des conditions de sol et de climat spéciales et bien déterminées.

¹ PRENANT : *Arch. d'Anal. microsc.*, t. 1, p. 368, 1897.

² Voy. *Revue gén. des Sciences*. Etat actuel de la culture de la Betterave, nos des 30 juillet et 13 août 1896, et *Etat actuel de la culture de la Pomme de terre*, n° du 15 janvier 1898.

³ *Manuel pratique de culture fourragère*.

⁴ Travail du Laboratoire de Chimie biologique de la Faculté de Médecine de Nancy.

Dans les régions où l'établissement des prairies naturelles permanentes n'est pas possible et où la richesse du sol l'a permis, on a eu recours aux prairies artificielles qui produisent une masse de fourrage beaucoup plus considérable.

En effet, tandis que les prairies naturelles ou polyphytes, entretenues annuellement en France, représentent une étendue totale d'environ 4.396.000 hectares, produisant une valeur moyenne de 847 millions 467.000 francs, les prairies artificielles ou monophytes (Trèfle, Luzerne et Sainfoin), cultivées sur une étendue beaucoup moindre, soit 2.572.000 hectares, donnent une production de près de 512.000.000 de francs.

En outre, tandis que la valeur moyenne du quintal du produit des prairies naturelles ressort à 5 fr. 23, celle des prairies artificielles atteint et dépasse même 5 fr. 50.

Or, non seulement l'étendue cultivée en prairies artificielles s'accroît d'année en année, mais le rendement augmente aussi très sensiblement, comme le montrent les chiffres qui suivent :

ANNÉES	ÉTENDUS CULTIVÉES	PRODUIT MOYEN en quintaux par hectare.
1840	4.576.000 hect.	33
1852	2.563.000 —	33
1862	2.773.000 —	37
1873	2.586.000 —	37
1882	2.837.000 —	34
1889	2.430.000 —	42
1896	2.572.000 —	37

Il y a, évidemment, des fluctuations et la marche n'est pas régulièrement ascendante, mais il faut aussi tenir compte des conditions météorologiques plus ou moins favorables des années précitées; aussi, n'avons-nous à considérer que ce fait très net et très significatif, c'est que, de 1840 à 1896, l'étendue cultivée en plantes fourragères a augmenté de près d'un million d'hectares, exactement 996.000 hectares, en cinquante-six ans.

Continuant cette esquisse comparative entre les prairies naturelles et les prairies artificielles, on peut se demander quelle est la valeur nutritive du produit des unes et des autres, évaluée en argent. Or, à ce sujet, remarquons de suite que, tandis que la valeur alimentaire moyenne de l'herbe des prairies ressort à environ 1 fr. 30 les 100 kilos, celle des prairies artificielles varie beaucoup avec leur nature, et une moyenne dans ce sens n'aurait qu'une signification illusoire, car la Luzerne ressort par exemple à 1 fr. 51, tandis que le Trèfle est à 1 fr. 23, et le Sainfoin à 1 fr. 12 les 100 kilos.

Pour les produits secs, les différences sont encore beaucoup plus marquées, car, tandis que le foin des prairies naturelles vaut en moyenne ¹ 3 fr. 65 les

100 kilos, celui des prairies artificielles se vend respectivement : 4 fr. 57 pour la Luzerne; 4 fr. 87 pour le Trèfle; 4 fr. 67 pour le Sainfoin.

§ 2. — Rôle agricole.

La place occupée par les prairies artificielles dans les rotations culturales est variable suivant la nature des plantes qui les constituent; les unes, vivaces, comme la Luzerne et le Sainfoin, sont généralement cultivées hors de l'assolement régulier et forment une sole à part, tandis que le Trèfle, qui est annuel ou, le plus souvent, cultivé comme tel, occupe une place variable dans l'assolement même.

Les plantes qui nous occupent ne peuvent être cultivées que sur des terres riches et profondes, assainies et pourvues de ce qu'on est convenu d'appeler de la « vieille force ». On sait, d'ailleurs, que la Luzerne et surtout le Sainfoin refusent de croître sur les terres récemment défrichées, tout au moins jusqu'à ce que leur acidité ait été neutralisée.

On a posé en principe que le Sainfoin et la Luzerne pouvaient revenir sans inconvénient, sur le même sol, après un laps de temps égal à leur durée. Hâtons-nous de faire remarquer, avec M. A. Gobin, que cela est vrai seulement pour les terres exceptionnelles, et qu'il est toujours prudent de faire cet intervalle égal à une fois et demie au moins la durée du précédent retour. Nous ajouterons encore qu'il vaut mieux restreindre cette durée afin d'obtenir un produit abondant, et rendre le retour un peu plus fréquent. Que de terres n'avons-nous pas vues dans le Berry, la Bourgogne, la Champagne, effritées par le Sainfoin, grâce à l'avidité mal entendue d'ignorants fermiers !

Quant au Trèfle, il ne doit pas revenir plus souvent que tous les cinq ou six ans sur la même terre, en admettant qu'on ne le conserve qu'une année.

Ce qui motive le choix entre les divers fourrages artificiels à adopter dans une situation déterminée, c'est non seulement la nature, la fertilité et la fraîcheur naturelle du sol, mais encore sa profondeur, dont on ne tient pas toujours un compte suffisant. Ainsi, tandis que le Trèfle plonge ses racines à une profondeur de 30 à 60 centimètres, le Sainfoin va à 1 mètre ou 1^m,50 et la Luzerne dépasse souvent 2 et 3 mètres².

D'ailleurs, comme le remarque M. de Gasparin, le Trèfle est devenu la base de l'agriculture des climats humides, comme les prairies arrosées, la

nutritifs et non pas la valeur marchande, qui, elle, dépend surtout de la loi de l'offre et de la demande.

¹ A. GOBIN : *Guide pratique pour la culture des plantes fourragères*.

² On conserve, aux musées de Berlin et de Berne, des racines de Luzerne ayant seize mètres de longueur.

¹ C'est la valeur alimentaire calculée d'après les éléments

Elles comptent :

	HECTARES
Par 100 habitants de la population totale. . .	7,74
Par 100 cultivateurs.	44,60
Par 1.000 kilos de bétail (poids vif)	0,46

Leur produit correspond à environ 1.560 kilos de fourrage par 1.000 kilos d'animaux vivants.

C'est le Trèfle qui occupe le plus d'étendue; deux cinquièmes environ de la superficie totale des prairies artificielles. Viennent ensuite la Luzerne et le Sainfoin, enfin les mélanges de Légumineuses, qu'on rencontre surtout dans la Vienne, l'Aube, le Loiret et l'Orne.

Comme rendement à l'hectare et comme prix du quintal, la Luzerne arrive en première ligne. Le Trèfle et le Sainfoin sont un peu au-dessous.

Le Trèfle donne en moyenne 19 quintaux par hectare dans l'Aube et dans la Meuse, et 47 quintaux dans la Vaucluse; la Luzerne, 20 quintaux dans la Haute-Marne et dans la Meuse, 62 quintaux dans l'Isère; le Sainfoin, 12 quintaux dans la Haute-Marne, 44 dans l'Isère.

La carte de la figure 1 indique la superficie des plantes fourragères par départements; elle indique nettement que quatre départements tiennent la tête pour l'ensemble de ces cultures. Le tableau ci-dessous (tableau I) montre les étendues relatives des trois fourrages dans ces régions, ainsi que les autres éléments statistiques de chacune de ces cultures; ces chiffres s'appliquent à l'année 1896.

Tableau I. — Éléments statistiques de la culture des Légumineuses fourragères dans les quatre départements qui en cultivent le plus.

TRÈFLE				
DÉPARTEMENTS	SURFACES	PRODUCTION totale.	PRODUCTION moyenne par hectare	VALEUR totale.
	hectares	quintaux	quintaux	francs.
Allier	56.000	1.568.000	28,00	8.932.000
Seine-et-Marne. . .	8.715	310.870	35,67	1.539.970
Vienne.	18.175	796.065	43,80	4.378.357
Yonne.	13.711	216.807	18,00	1.357.438
LUZERNE				
Allier	12.000	600.000	50,00	3.350.000
Seine-et-Marne. . .	12.250	1.769.610	41,88	11.023.750
Vienne.	23.847	1.073.115	45,00	6.438.690
Yonne.	39.407	1.182.270	30,00	6.502.485
SAINFOIN				
Allier	6.220	217.700	35,00	1.425.933
Seine-et-Marne. . .	12.465	337.750	27,09	2.135.580
Vienne.	22.541	888.115	39,40	5.772.747
Yonne.	29.531	472.496	16,00	2.398.728

II. — RÔLE AMÉLIORATEUR DES LÉGUMINEUSES FOURRAGÈRES.

L'importance des Légumineuses fourragères ne se borne pas là. Au point de vue purement agronomique, elles ont l'énorme avantage d'améliorer et même d'enrichir le sol qui les porte, et en cela elles diffèrent notablement de toutes les autres plantes agricoles.

Cet enrichissement, toutefois, ne doit pas être généralisé, car il porte uniquement sur un des éléments de la fertilité, le principal, il est vrai, l'azote; la Luzerne, le Trèfle et le Sainfoin, on aurait tort de le méconnaître, épuisent bel et bien la terre en acide phosphorique, en potasse et en chaux, ainsi qu'on peut le voir par l'examen du tableau II.

Tableau II. — Poids de matières nutritives enlevées en un an sur un hectare par les récoltes de Légumineuses fourragères.

CULTURE	QUANTITÉ CONTINUES du produit principal.	NATURE des produits.	PRINCIPES NUTRITIFS			
			Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.	Chaux.
	kilos		kilos	kilos	kilos	kilos
Trèfle	8.000	Foin sec	160	44,8	156	154
Luzerne.	10.000	—	200	51	152	178
Sainfoin.	4.500	—	81	21,2	80,4	66

C'est ce qui explique en grande partie pourquoi les terres portant ces fourrages finissent par se *fatiguer*, tout en s'enrichissant en azote.

La *fatigue* des terres pour ces plantes, fait remarquer à ce sujet M. A. Damscaux¹, est donc à attribuer essentiellement à l'épuisement en éléments de nutrition, spécialement en potasse et en acide phosphorique. Pendant leur jeunesse, elles vivent aux dépens de la couche supérieure du sol qui, non seulement est la plus riche, mais qui est aussi le siège le plus actif des changements utiles dans l'état des éléments nutritifs; déjà, la seconde année, les racines s'enfoncent dans le sous-sol, plus pauvre, qui profite moins des fumures de surface et conséquemment est plus difficile à restaurer, surtout lorsqu'il s'agit de terres compactes. Sans doute, l'analyse du sous-sol peut accuser la présence de notables proportions de potasse, mais il importe que ce corps soit facilement utilisable; d'ailleurs, le pouvoir absorbant des terres lutte contre son réenrichissement tant pour la potasse que pour l'acide phosphorique. Telles sont les causes du délai à laisser écouler avant la répétition, dans la même

¹ A. DAMSCAUX : *Manuel des plantes de la grande culture*, t. II.

terre, des Légumineuses à racines profondes et de la fatigue du sol, dont nous avons parlé plus haut.

Le rôle améliorateur des plantes qui nous occupent est connu depuis fort longtemps, car tous les praticiens savent qu'après un défrichement de prairies artificielles, on peut sans crainte confier à la terre des récoltes plus épuisantes, sans qu'il soit besoin d'apporter des engrais azotés.

Jusque dans ces dernières années, on enseignait que cet enrichissement du sol devait être attribué à ce fait que, les prairies artificielles laissant le sol en repos, sans aération, la nitrification ne se produisait pas et la déperdition de l'azote sous forme nitrique soluble dans les profondeurs du sous-sol était par cela même évitée.

On prétendait encore que ces plantes, grâce à leurs racines profondes, allaient puiser dans le sous-sol des éléments fertilisants que les autres plantes ne pouvaient atteindre et qui auraient été perdus sans cette intervention. Enfin, on disait aussi, et tous ces faits sont indéniables, que les plantes des prairies artificielles légumineuses laissent sur la terre qui les porte une foule de débris, racines et feuilles, qui contribuent à l'enrichir.

C'est ainsi que, d'après Boussingault, la quantité de racines laissées par un hectare de Trèfle, après avoir été desséchées au soleil, s'élève à 2.300 kilos. M. G. Heuzé a trouvé 3.200 kilos pour la même superficie.

Pour la Luzerne, M. de Gasparin a recueilli, sur un hectare, 37.000 kilos de racines et M. Heuzé 20.000. Or, en admettant, ce qui est très près de la vérité, que celles-ci renferment 0,93 % d'azote, on trouve que, dans ce dernier cas, la Luzerne laisse au sol 190 kilos d'azote par hectare, ce qui correspond à une fumure d'environ 47.000 kilos de fumier de ferme. Pour le Sainfoin, l'amélioration du sol, de ce chef, est moins forte parce que ses racines sont moins volumineuses; on peut admettre qu'il laisse par hectare 40.000 kilos de racines, soit l'équivalent de 26.000 kilos de fumier.

L'origine de ces grandes quantités d'azote laissées sur le sol par les Légumineuses, ainsi que la forte teneur de ces plantes en cet élément a d'autant plus excité l'attention des agronomes, que ces cultures sont à peu près insensibles à l'action des fumures azotées. Nous ne reviendrons pas ici sur l'ancienne controverse de Georges Ville et de Boussingault, non plus que sur les travaux exécutés par Hellriegel en 1886, puis par Hellriegel et Wilfarth, par Bréal et d'autres savants, et qui ont établi la fixation directe de l'azote atmosphérique dans les Légumineuses par les bactéries logées dans les nodosités radiculaires de ces plantes. Tous les lecteurs de la *Revue* connaissent ces belles recherches

et les résultats considérables auxquels elles ont abouti.

Si on sème des Légumineuses dans un sol stérilisé, et si on ajoute un extrait de terre dans laquelle ont végété des plantes de cette famille, si, par conséquent, on apporte des bactéries, immédiatement on constate l'apparition de nombreuses nodosités sur les racines; les plantes, — après avoir traversé une période critique qu'on a appelée « la faim d'azote », — développent bientôt, sous l'influence de la nourriture azotée que lui procurent les bactéries après l'avoir puisée dans l'atmosphère, des feuilles larges et une tige vigoureuse. La science agronomique allemande a tiré de cette remarque la conclusion pratique suivante : en isolant les bactéries des Légumineuses (*Rhizobium leguminosarum*), on pourrait inoculer les sols et les rendre plus aptes à développer rapidement et intensivement toutes les plantes légumineuses. C'est ainsi qu'en Allemagne on a produit commercialement des bactéries cultivées sur gélatine, dans des tubes en verre, vendues sous le nom de *nitragine*, pour être inoculées au sol. Cette nitragine a été essayée en Allemagne, en Angleterre et en France, mais les résultats obtenus ont été assez discordants, ce qui prouve simplement, à notre avis, que la question

1 Il résulte d'expériences récentes faites par M. Mazé, préparateur à l'Institut Pasteur, que le bacille des Légumineuses est aérobie. Les conditions dans lesquelles le microbe des nodosités fixe l'azote libre de l'atmosphère sont :

1° Une réserve d'azote combiné assurant les premières phases de l'existence du microbe;

2° Une dose de sucre qui ne peut tomber au-dessous de 2 %;

3° L'accès facile de l'air.

L'auteur a recherché aussi comment ces microbes se fixent sur les racines des Légumineuses.

« Les microbes des nodosités sont très mobiles; leur mobilité est maxima à 25°; elle est nulle au-dessous de 15° et au-dessus de 30°. Le bacille des Légumineuses est donc capable d'obéir promptement à cette sorte d'attraction qu'exercent sur certains microbes certaines substances chimiques, attraction dont on connaît de multiples exemples, notamment sur les microorganismes reproducteurs des végétaux et des animaux, et qu'on a désignée sous le nom d'action chimiotactique. »

Le premier point établi par M. Mazé, c'est que cette attraction dirige toujours les microbes et par suite les nouvelles nodosités dans la région des racines qui porte des poils absorbants, c'est-à-dire dans cette même région où s'excrètent les substances acides qui permettent aux racines de dissoudre des éléments contenus dans la terre à l'état solide.

M. Mazé a fait voir qu'il y a excretion d'hydrates de carbone par les poils radicaux. Il a montré, en outre, que les hydrates de carbone attirent les microbes des nodosités et que l'eau de germination semble les repousser.

« Le caractère spécifique des Légumineuses ne réside pas dans la propriété de diffuser les hydrates de carbone, mais bien dans la faculté d'utiliser directement les composés quaternaires fabriqués par les microbes des nodosités, aux dépens de l'azote libre. »

« Toutes les plantes privées de cette propriété se conduisent, vis-à-vis du bacille des nodosités, comme elles se conduisent à l'égard d'un microbe quelconque; elles se défendent par tous les moyens dont elles disposent. »

n'est pas encore mûre et appelle de nouvelles expériences.

III. — RELATIONS ENTRE LES LÉGUMINEUSES FOURRAGÈRES ET LE BÉTAIL.

L'herbe des prairies artificielles légumineuses est consommée en vert ou en sec. Sous le premier état elle est même parfois mangée sur pied par le bétail, qui la prend au pâturage. Toutefois, cette manière de faire a parfois pour conséquence de déterminer des indigestions et des météorisations, surtout lorsque les animaux sont mis sans surveillance dans une prairie artificielle au moment des jeunes pousses ou quand l'herbe est échauffée par le soleil. En tous cas, pour éviter ces accidents, souvent mortels, il importe de ne laisser jamais prendre aux animaux de grandes quantités de ces fourrages en peu de temps, surtout lorsqu'ils ont germé.

L'herbe des Légumineuses est souvent soumise au fanage. On obtient ainsi des foin d'excellente qualité, mais trop uniformes dans leur composition; les animaux s'en dégoûtent plus vite que du foin des prairies naturelles; il ne faut donc pas les distribuer à titre exclusif.

Le tableau III ci-dessous donnera une idée de la valeur nutritive de ces trois fourrages, en vert et en sec.

Tableau III. — Valeur nutritive des Légumineuses fourragères en vert et en sec.

FOURRAGES	EAU	MATIÈRES SÈCHES		MATIÈRES PROTÉIQUES		SUBSTANCES GRASSES		HYDRATES DE CARBONE		
		Substances organiques	Cendres.	Brutes.	Digestibles.	Brutes.	Digestibles.	Extraits non azotés.	Cellulose.	Digestibles.
Luzerne (verte)	78,7	19,3	2,0	3,5	2,5	0,8	0,4	10,0	5,0	10,0
— (foin)	16,5	77,0	6,5	14,4	9,5	2,6	1,4	31,4	28,6	30,0
Trèfle (vert)	77,7	20,7	1,6	3,6	2,3	0,8	0,5	9,5	6,8	8,0
— (foin)	16,1	77,9	6,0	13,4	8,5	3,0	1,7	35,5	26,0	38,0
Sainfoin (vert)	80,0	18,5	1,5	3,2	2,1	0,6	0,4	8,2	6,5	8,0
— (sec)	16,7	77,1	6,2	13,3	8,3	2,5	1,6	34,2	27,1	36,0

IV. — PARTICULARITÉS CULTURALES.

Nous ne pouvons songer à exposer ici, même de la façon la plus résumée, la culture des plantes qui nous occupent; mais nous croyons intéresser les lecteurs en leur signalant, au sujet de ces cultures, quelques faits actuellement dominants et principalement les nouveautés qui les concernent.

§ 1. — Trèfle.

Le Trèfle ordinaire peut être considéré, à juste titre, comme une des plus précieuses acquisitions de l'agriculture moderne. Il a été, suivant la remar-

que de M. Damseaux, l'une des principales causes des modifications profondes apportées au traitement des terres depuis le commencement de ce siècle, en ouvrant l'ère de la culture alterne et en donnant le coup de grâce à l'ancien système triennal partout où son abandon était possible.

En bonne culture alterne, le Trèfle n'occupe le sol que pendant une année, car il le prépare si bien pour le blé, qu'on veut se hâter de le défricher pour utiliser cette préparation. On se borne, en général, à le faucher deux fois.

D'ailleurs, laisser durer le Trèfle deux et parfois même trois ans, c'est exposer la terre à l'envahissement des mauvaises herbes, surtout du chien-dent et des bromes.

En se reportant au tableau II (p. 617), on verra quelles sont les exigences du Trèfle et matières minérales et, conséquemment, quels sont les engrais les plus appropriés à cette culture. Néanmoins, la grande quantité de chaux que renferme le foin de Trèfle démontre l'importance de cet élément; la chaux a, d'un autre côté, comme le fait observer M. P. de Vuyst¹, le pouvoir de rendre plus assimilable la potasse renfermée dans la terre. Aussi convient-il de ne pas négliger cet élément dans la fumure des Trèfles.

L'application du plâtre peut aussi agir favorablement; il favorise la dissolution ainsi que la diffusion des éléments nutritifs du sol, qui, par là, de-

viennent plus facilement absorbables par les racines. Les analyses de Boussingault en sont une preuve frappante. Knieriem rapporte qu'en 1883 il a constaté une augmentation de 45 % dans le rendement d'un Trèfle plâtré².

Le rendement du Trèfle varie beaucoup avec la nature du sol et la fumure. Il varie entre 2.000 et 8.000 kilos de foin sec par hectare. C'est la première coupe qui est la plus productive, et souvent même la seconde est nulle dans le Midi, à

¹ Manuel pratique et raisonné des Cultures spéciales, 1897.

² Biederm. Centr., 1890.

cause des sécheresses de juillet et d'août. On peut facilement évaluer la quantité de fourrage vert qu'un hectare de Trèfle peut donner, si on établit la proportion suivante, indiquée par M. G. Heuzé¹ : 25 kilos : 100 : : foin récolté : x.

Ainsi une trèfilière donnant en moyenne 6.000 kilos de foin sec par hectare, la même superficie produira 24.000 kilos de tiges et feuilles vertes.

Une bonne sennée de Trèfle doit présenter les éléments suivants :

Pureté ° : 96. Faculté germinative ° : 90. Valeur culturale (proportion des semences pures capables de germer) : 88,20.

§ 2. — Luzerne.

La Luzerne est le fourrage artificiel du Midi, comme le Trèfle constitue celui du Nord, non pas que la Luzerne ne vienne pas dans les départements septentrionaux, mais ses rendements y sont moins forts.

En effet, dans le Midi, on fauche cette plante quatre et même cinq et six fois dans une année, surtout dans les terres irriguées, et le rendement oscille entre 12.000 et 15.000 kilos tandis que, dans le Nord, on ne récolte que deux ou trois fois au plus, et on obtient de 8.000 à 10.000 kilos.

C'est la troisième année que le rendement de la luzernière est maximum.

Dans le Midi, une luzernière peut être conservée huit et même dix ans; dans le Nord et les environs de Paris, le défrichement s'impose dès la quatrième ou la cinquième année, car le produit diminue et les mauvaises herbes prennent le dessus.

Une des principales qualités de la Luzerne, c'est sa végétation précoce au printemps, dès que la température moyenne de la journée s'élève à 8 ou 10°, et elle produit une coupe de fourrage par chaque quotité de 900° centigrades de chaleur accumulée depuis le départ jusqu'à l'arrêt de sa végétation.

Il est à remarquer que les regains de Luzerne sont plus riches que la première coupe. Malgré cela, ils n'atteignent jamais sur les marchés les prix de vente des autres coupes; aussi y a-t-il tout intérêt à les conserver à la ferme.

Voici, d'après M. Joulie, la composition comparée de la première coupe et du regain :

	1 ^{re} COUPE	REGAIN
Azote	28,84	50,72
Acide phosphorique	6,81	12,86
Potasse	13,95	30,30
Chaux	29,00	48,95
Magnésie	3,43	4,76

Comme le dit M. Lecouteux², l'histoire de la

Luzerne est en grande partie l'histoire même de la révolution agricole des pays non arrosables, car c'est de l'époque où ils ont adopté cette Légumineuse que leurs progrès les plus remarquables ont eu lieu. Il n'est pas jusqu'aux pays d'irrigation eux-mêmes qui n'aient tiré un admirable parti de la Luzerne, car elle brille au premier rang dans plusieurs des plus belles plaines du Midi de la France.

Une bonne graine de Luzerne doit avoir une pureté de 98 °/°, une faculté germinative de 90 °/°, soit une valeur culturale de 88,20.

Le commerce distingue deux sortes de graines : 1° les Luzernes de Provence; 2° les Luzernes du Poitou. Les premières, quel que soit leur lieu de production, sont celles de belle et bonne qualité, tandis que les secondes renferment une certaine proportion de graines irrégulières, dont la faculté germinative est très atténuée. Ces appellations sont dues à ce qu'autrefois la Provence et le Poitou étaient les seuls pays où l'on produisait des graines de Luzerne. Aujourd'hui, il n'en est plus de même.

§ 3. — Sainfoin.

Le Sainfoin commence à végéter lorsque la température de l'air atteint 9 ou 10° et il fleurit quand le thermomètre arrive à 12 ou 13°.

Plus qu'aucune autre Légumineuse, le Sainfoin résiste à la sécheresse; aussi utilise-t-il mieux que n'importe laquelle, ce qu'on appelle les *petites terres*, les terres brûlées en été, où tout autre fourrage serait fortement compromis. C'est là le très grand mérite du Sainfoin, et c'est là, malheureusement, la cause de l'abus qui en a été fait; car il ne faut pas oublier que, lorsque, pendant l'été, le sol où il est cultivé ne contient pas au delà de 10 ° d'eau, il reste stationnaire et ne végète de nouveau qu'après les pluies d'août et de septembre.

Le Sainfoin donne deux coupes par an, produisant une récolte qui varie, suivant les circonstances, entre 10.000 et 25.000 kilos de fourrage vert par hectare.

La perte que subit le Sainfoin par le fanage est moins forte que pour le Trèfle et la Luzerne, car cette Légumineuse contient moins d'eau; 100 kilos en vert donnent en moyenne 31 kilos de sec.

En général, l'existence du Sainfoin est de trois années au moins et sept ans au plus¹.

Le foin de cette plante est un des meilleurs qui existent; il convient à tous les animaux. Olivier de Serres a donc eu raison de dire que cette Légumineuse était une « herbe valeureuse, exquise, appétissante et substantielle ».

¹ Les plantes fourragères, t. II, 1885.

² Principes de la culture améliorante, 1881.

¹ A. LARBALÉTRIER : L'Agriculture et la science agronomique. Paris, Reinwald, éditeur, 1888, p. 527.

Rarement on le donne en vert aux animaux : cependant, sous cet état, aucun fourrage ne peut lui être comparé.

Le Sainfoin améliore le sol et laisse dans la terre une grande quantité de racines, moindre cependant que la Luzerne¹. On sait l'influence remarquable exercée par cette plante sur la fertilité des terres que l'agronome Yvart cultivait, il y a cinquante ans, à Maisons-Alfort. C'est avec cette Légumineuse qu'il est parvenu à transformer des terres à seigle en excellentes terres à froment.

Néanmoins, comme le Sainfoin effrite le sol, on ne devrait le ramener à une même place qu'après une période de temps double de celle pendant laquelle il a végété, mais c'est ce qu'on ne fait pas la plupart du temps, ce qui explique la cause du peu de durée des sainfoinières.

Le plus généralement, on sème une céréale d'hiver sur le défrichement du Sainfoin ; il est alors de la plus haute importance de procéder assez tôt au labour, autrement le sol, étant trop desséché, la céréale est exposée à souffrir. Plusieurs labours successifs, et même une demi-jachère, précèdent souvent l'ensemencement d'une céréale d'automne ; c'est la négligence apportée à leur exécution qui, suivant M. A. Damseaux, est la cause de la mauvaise réputation des vieilles sainfoinières à titre de précédent des céréales. Cette remarque de l'éminent agronome belge est fort juste, car déjà Duhamel avait observé que l'un des principaux avantages du Sainfoin est précisément de mettre ensuite la terre en état de produire une céréale.

La bonne graine de Sainfoin doit avoir une pureté de 90 % et une faculté germinative de 85, soit une valeur culturale de 83,30. La semence est parfois mélangée de graines de pimprenelles, qui lui ressemblent au point de tromper les plus expérimentés.

V. — LUTTE CONTRE LES ENNEMIS ET LES MALADIES.

Luzernières, tréflières, sainfoinières, surtout lorsqu'elles sont vieilles, ou établies dans de mauvaises conditions, sont souvent envahies par des plantes ou des insectes parasites, qui font le désespoir des cultivateurs et qui, dans ces dernières années surtout, ont fait l'objet de multiples recherches de la part des agronomes expérimentateurs.

Parmi ces plantes nouvelles, il faut surtout mentionner la *Cuscuta*. Nous ne saurions songer ici même à esquisser l'histoire de cette trop célèbre

plante parasite ; remarquons toutefois, à titre d'indication, que la *Cuscuta* se propage par graines et par boutures et qu'elle s'étend par taches circulaires très envahissantes. Or, non seulement elle atteint les Légumineuses fourragères, mais elle peut aussi étendre ses ravages à des cultures autres, notamment aux prairies naturelles, aux haricots, aux pois, aux fèves, etc.

Suivant la juste remarque de MM. Denaiffe, la *Cuscuta* est attirée vers ses victimes, comme l'aiguille aimantée vers le pôle magnétique ; elle se propage non seulement par ses filaments, que les cultivateurs nomment les *filts du diable*, mais encore par les semences mal épurées que le commerce livre encore trop souvent.

Or, non seulement la *Cuscuta* ruine la prairie artificielle sur laquelle elle s'implante (si on n'intervient pas dès le début), mais encore elle nuit au bétail qui consomme les produits de ces cultures : ingérée, même en petite quantité, cette plante amène une perte presque totale de l'appétit, fait cesser la rumination et provoque la sécrétion d'une salive abondante. La cause de ces accidents serait, d'après le Dr Heubner, la formation par la *Cuscuta* d'un feutrage dans le canal digestif.

« Les analyses des Stations de contrôle prouvent que certaines graines de Trèfle et de Luzerne renferment jusqu'à 1.800 grains de *Cuscuta* par kilo. En admettant un semis de 15 kilos à l'hectare pour le Trèfle et de 25 kilos pour la Luzerne, on voit donc que ces proportions représentent 27.000 grains à l'hectare pour le premier et 62.500 grains pour la seconde.

« Est-il besoin d'ajouter après cela que tout cultivateur soucieux de ses intérêts ne doit pas acheter un seul kilo de Trèfle, de Luzerne ou d'autres plantes susceptibles de renfermer de la *Cuscuta* sans exiger de son vendeur un certificat déclarant formellement que la semence livrée est absolument indemne de ce parasite, c'est-à-dire est complètement décuscutée ? »

Le Trèfle et la Luzerne sont également sujets aux attaques d'une autre plante parasite, l'*Orobanche*, qui se développe sur les racines et fait périr les pieds sur lesquels elle se développe. Le seul remède est d'arracher ces épiphytes, afin de prévenir la maturité de leurs graines.

Le rhizoctone de la Luzerne est un autre parasite d'une belle couleur violette, qui se développe également sur les racines et vit à leurs dépens : ses tubercules sont ovoïdes, irréguliers, et donnent naissance à des filets très longs, grêles et ramifiés. Les premiers, suivant la remarque de M. Heuzé, se développent ordinairement sous la bifurcation des

¹ Les racines pivotantes du Sainfoin, qui s'enfoncent profondément en terre, représentent, par hectare, suivant M. Isidore Pierre :

165 kilos d'azote, 13 kilos d'acide phosphorique, et 150 de potasse.

² C. et H. DEXAÏRE : *Manuel pratique de culture fourragère*.

grosses racines; les seconds, qui ont beaucoup de rapport avec des filets de byssus, s'appliquent le long des racines ou des radicules, qu'ils tapissent d'une croûte violacée.

Ce parasite est commun dans le Languedoc, le Poitou, la Lorraine, les environs de Genève, etc... Il se développe principalement sur les racines de Luzerne qui végètent dans les lieux humides, et c'est dans les années pluvieuses qu'il est le plus redoutable. Il apparaît ordinairement pendant les mois de juillet, août et septembre. Il débute généralement sur les jeunes luzernières.

On ne connaît pas jusqu'à ce jour de moyen pour arrêter ses ravages. Quand les parties infestées sont étendues, il faut défricher la Luzerne et attendre huit à dix années avant de la cultiver de nouveau sur le même terrain.

« Lorsque le rhizoctone attaque une luzernière, on voit, comme l'observe de Candolle, sans cause extérieure apparente, des pieds de luzerne jaunir, se flétrir et périr, et des places vides, ordinairement arrondies, se former dans cette prairie artificielle¹. »

Les autres plantes adventives qui nuisent aux Légumineuses fourragères sont : le chiendent, la folle avoine, l'avoine à chapelets, l'agrostis traçante, l'agrostis stolonifère, la petite oseille, le vulpin des champs, le brome mou, le brome stérile, etc., etc. Quant aux insectes nuisibles, ils sont légion; contentons-nous de mentionner l'enulpe obscur, le cercopsis écumeux et divers charançons. On sait aujourd'hui que contre de tels ennemis la lutte est possible. Le succès dépend uniquement de la diligence du cultivateur.

VI. — COMMERCE DES FOURRAGES ARTIFICIELS.

Le foin des prairies artificielles fournit non seulement une précieuse réserve hivernale aux

cultivateurs, mais encore bon nombre les cultivent dans le but d'alimenter la cavalerie de l'armée et des entreprises de transport. A ce point de vue, la France n'a rien à envier aux puissances voisines, car nos exportations de fourrages artificiels augmentent d'année en année, tandis que les importations suivent une marche décroissante. Nous n'en voulons comme preuve que les tableaux IV et V, qui, à ce point de vue, sont très significatifs.

Tableau IV. — Importation des fourrages artificiels.

	1896	1895	1894
Quantités, en kgr.	12.487.900	12.013.422	85.120.356
Valeur, en francs.	1.860.697	1.790.000	12.757.433

Tableau V. — Exportation des fourrages artificiels.

	1896	1895	1894
Quantités, en kgr.	110.026.400	68.198.984	30.219.038
Valeur, en francs.	16.393.934	10.161.649	4.502.637

Ces chiffres montrent, d'une façon évidente, que la culture des plantes fourragères légumineuses, en France, est en voie de progrès sensible, ce dont on ne saurait trop se féliciter, étant données, d'une part, la haute valeur nutritive de ces plantes, et d'autre part, la remarquable faculté qu'elles possèdent d'enrichir le sol en azote; ce dernier avantage permet, ultérieurement, la culture d'autres végétaux sans le secours d'engrais azotés, qui sont toujours d'un prix très élevé.

Alb. Larbalétrier,

Professeur à l'École d'Agriculture
d'Oraison (Basses-Alpes).

¹ G. Heuzé : *Les Plantes fourragères*.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Darboux (Gaston), *Membre de l'Institut, Professeur de Géométrie supérieure à l'Université de Paris.* — *Leçons sur les Systèmes orthogonaux et les Coordonnées curvilignes.* — 1 vol. in 8° de 340 pages. (Prix : 10 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1898.

Le nouveau livre que publie M. Darboux achèvera l'exposé de la Science géométrique actuelle, auquel ont servi de base les *Leçons sur la Théorie des Surfaces*. De même que celles-ci ont pour point de départ la représentation des points d'une surface par deux coordonnées, l'étude des propriétés de l'espace indépendantes de la géométrie sur les surfaces repose sur l'emploi des systèmes de trois coordonnées curvilignes et, en particulier, des plus intéressants d'entre eux, les systèmes orthogonaux.

On sait que, contrairement à ce qui a lieu pour les courbes du plan, une famille quelconque de surfaces :

$$\varphi(x, y, z) = u,$$

n'est pas susceptible de faire partie d'un système triple orthogonal. Cette propriété n'appartient qu'à des familles convenablement choisies, dites *familles de Lamé*, et qui dépendent d'une équation aux dérivées partielles du troisième ordre à laquelle satisfait la fonction φ . Cet important résultat, en partie reconnu par Bouquet, a été établi d'une manière élégante et simple par M. Darboux lui-même, qui l'a rattaché au célèbre théorème de Dupin. Sa démonstration fait l'objet du premier chapitre de l'ouvrage actuel, en même temps que sont indiquées les propriétés les plus simples de l'équation obtenue, celles que fournit l'application du théorème de Cauchy et de la théorie des caractéristiques.

L'équation des systèmes orthogonaux n'appartient pas au petit nombre de celles dont on sait trouver l'intégrale générale. Mais on en connaît un certain nombre de solutions particulières intéressantes. En premier lieu, grâce à ce fait que toute ligne tracée sur un plan ou une sphère en est une ligne de courbure, une famille quelconque de plans ou de sphères est une famille de Lamé. S'il s'agit de plans, les deux autres familles composant le système orthogonal seront celles qu'engendrent des courbes, orthogonales entre elles, tracées sur le plan mobile, lorsque celui-ci roule, en les entraînant, sur la développable qu'il enveloppe. Quant aux familles de sphères, une transformation convenable permet de les ramener à des familles de plans.

Une autre catégorie de solutions particulières est fournie par les fonctions u , telles que le paramètre de Lamé :

$$H = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2}}$$

soit égal à $\varphi_1(u)(x^2 + y^2 + z^2) + \varphi_2(u)(x + \varphi_3(u)y + \varphi_4(u)z) + \varphi_5(u)$. Si les fonctions $\varphi_i(u)$ (ou du moins leurs rapports) se réduisent à des constantes, la famille de Lamé correspondante se définit en construisant les cercles normaux à une surface quelconque (Σ) et à une sphère fixe (S); tous ces cercles sont normaux aux surfaces (Σ) qui composent la famille cherchée. On construit par points chaque surface (Σ) en déterminant sur chaque cercle le point où il est normal à (Σ), les deux points où il est normal à (S), et en construisant le quatrième point qui forme, avec les précédents, un rapport anharmonique constant.

On voit qu'on est ainsi conduit à une transformation de contact qui conserve les lignes de courbure. Les transformations de cette nature ont été étudiées par M. Lie. M. Darboux établit qu'elles se traduisent analytiquement par une substitution linéaire orthogonale effectuée sur les six coordonnées d'une sphère. C'est à elles que se ramène l'étude du problème précédent dans le cas général, celui où les rapports mutuels de φ_i ne sont plus constants : les surfaces d'une même famille dérivent encore de l'une d'entre elles par des transformations de cette espèce.

Revenant à l'équation du troisième ordre, l'auteur indique plusieurs formes intéressantes qui peuvent lui être données. Elle peut, en premier lieu, être considérée comme exprimant que la plus courte distance d'une surface de la famille à la surface infiniment voisine est une solution particulière de l'équation ponctuelle relative au système conjugué formé par les lignes de courbure. De là se déduit immédiatement une forme extrêmement simple de l'équation, due à M. Maurice Lévy. Cette forme s'obtient en prenant comme variables indépendantes la fonction u et deux des coordonnées rectangulaires. Elle conduit aisément à la détermination de toutes les familles de Lamé engendrées par le déplacement d'une surface invariable. Enfin, on peut se proposer de former l'équation demandée lorsque u est supposé une fonction implicite de x, y, z , déterminée par une relation $F(x, y, z, u) = 0$; il est curieux de constater que l'équation aux dérivées partielles écrite dans ces conditions n'est pas notablement plus compliquée que celle qui correspond à u donné explicitement. Entre autres applications, cette équation permet, avec l'aide d'un théorème général relatif aux *lignes ombilicales* ou lieux des ombilics des surfaces d'une même famille, de trouver toutes les familles de Lamé composées de quadratiques.

Vient ensuite un des chapitres les plus importants du volume, celui qui est relatif aux systèmes orthogonaux à n variables. On pourrait, au premier abord, voir là une généralisation stérile de ce qui a été fait pour $n = 3$. Il n'en est rien : on peut, par plusieurs méthodes différentes (par exemple par l'emploi des coordonnées pentasphériques), passer de systèmes orthogonaux de l'espace à n dimensions à des systèmes orthogonaux ordinaires.

La théorie des systèmes orthogonaux à n variables présente, bien entendu, une grande ressemblance avec celle qui a fait l'objet des chapitres précédents; mais cette ressemblance n'est pas complète. On trouve bien des équations, au nombre de $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$, entière-

ment analogues à l'équation unique de l'espace ordinaire; mais, en même temps que celles-ci, la fonction cherchée u doit vérifier $\frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{6}$ autres relations (également du troisième ordre) qui n'apparaissent que pour $n > 3$.

L'interprétation géométrique de ce résultat se fait en étendant à l'hyperespace les notions de *courbure* et de *lignes de courbure*. Le théorème de Dupin se généralise de lui-même aux notions ainsi étendues; mais la circonstance nouvelle qui se présente est celle-ci : dans l'espace à n dimensions, une surface quelconque ne peut pas, comme il arrivait dans l'espace ordinaire, faire partie d'un système complètement orthogonal; pour qu'il en soit ainsi, il faut que ses lignes de courbure soient *coordonnées*, c'est-à-dire qu'on puisse choisir $n-1$ fonctions dont une seule varie sur chaque ligne de courbure.

Le livre II, qui traite des *coordonnées curvilignes*, s'ouvre par un chapitre qui forme la continuation immédiate du précédent. Le système orthogonal à n variables est, cette fois, considéré comme servant de base à un système de coordonnées curvilignes de l'espace à n dimensions. A ce point de vue, le rôle fondamental est dévolu aux coefficients II de Lamé, donnés par les équations :

$$\frac{1}{H^2} = \sum_k \left(\frac{\partial \rho_i}{\partial x_k} \right)^2,$$

où les x sont les coordonnées cartésiennes, les ρ les coordonnées curvilignes. Ces paramètres satisfont à des relations différentielles (les relations de Lamé), auxquelles M. Darboux donne une forme particulièrement simple par l'introduction des quantités $\xi_{ik} = -\frac{1}{H} \frac{\partial H}{\partial \rho_i} \frac{\partial \rho_i}{\partial \rho_k}$

(pour $i \neq k$). L'intégration de ce système (S) d'équations aux dérivées partielles est équivalente à la détermination du système orthogonal le plus général et, si l'on considère les ξ_{ik} comme inconnues, on arrive à ce résultat remarquable qu'à toute solution du système (S) correspondent une infinité de systèmes orthogonaux, retrouvant ainsi, de la manière la plus naturelle, un théorème dû, pour le cas de trois variables, à M. Combescure. Le théorème connu, d'après lequel toutes les transformations conformes de l'espace sont des combinaisons d'inversions, devient également intuitif à l'aide des principes ainsi posés. Eu même temps, ceux-ci fournissent de nouveaux moyens pour passer des systèmes orthogonaux à n variables aux systèmes orthogonaux ordinaires.

On sait que la géométrie des surfaces conduit à introduire un trièdre mobile, ayant son sommet en un point variable de la surface étudiée et dont le déplacement infinitésimal définit les éléments essentiels de celle-ci. L'importance du trièdre mobile n'est pas moindre dans la théorie des coordonnées curvilignes de l'espace. Ses propriétés fondamentales, qui s'établissent d'ailleurs absolument comme dans le cas des surfaces, fournissent immédiatement le théorème de Dupin et les relations de Lamé, en même temps qu'elles montrent la signification géométrique de ces dernières dans la loi de variation des rayons de courbure des surfaces coordonnées.

Après avoir introduit les paramètres différentiels Δ^1 et Δ^2 , et donné leurs expressions en coordonnées curvilignes, l'auteur résout, pour les coordonnées quelconques, la question analogue à celle qui résolvait les équations de Lamé pour les coordonnées orthogonales, et qui n'est qu'un cas particulier du problème de la transformation des formes quadratiques de différentielles, traité par MM. Lipschitz et Christoffel.

Le volume se termine par la recherche de deux catégories remarquables de systèmes orthogonaux. La première offre un grand intérêt au point de vue de la Physique mathématique. Si, en effet, on se propose, avec Lamé, de trouver les systèmes orthogonaux composés de familles isothermes, on est conduit à élargir la question et à rechercher tous les systèmes orthogonaux composés de surfaces à lignes de courbures isothermes.

On démontre que ces systèmes comprennent comme cas particuliers les premiers, ainsi que d'autres non moins importants, à savoir ceux pour lesquels l'équation de la chaleur admet une infinité de solutions de la forme $f(\rho_1 f_1, \rho_2 f_2)$ (en désignant par ρ_1, ρ_2 les paramètres des trois familles). M. Darboux détermine donc les systèmes orthogonaux composés de surfaces isothermiques, parmi lesquels il est aisé de distinguer ceux qui conviennent aux deux problèmes plus spéciaux dont il vient d'être question.

Une seconde application des méthodes générales de recherche concerne les familles de Lamé composées de surfaces à courbure constante. Un théorème de M. Weingarten permettait déjà de prévoir l'existence d'une classe étendue de ces familles, et même de les

définir par la transformation infinitésimale qui permet de passer d'une surface à sa consécutive. M. Bianchi s'est posé le problème sous la forme la plus générale possible. Il n'en pouvait pas donner la solution complète, puisqu'on ne sait pas trouver, d'une façon générale, les surfaces à courbure constante; mais il a montré que cette solution dépend de cinq fonctions arbitraires d'une variable et il en fait connaître certaines propriétés générales. C'est ainsi, par exemple, que la transformation de M. Backlund, relative aux surfaces à courbure constante, s'applique aux familles de Lamé formées avec ces surfaces.

J. HADAMARD.

Maitre de conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, Professeur suppléant au Collège de France.

2° Sciences physiques

Wiedemann (Eilhard), *Professeur de Physique à l'Université d'Erlangen*, et **Ebert** Hermann, *Directeur de l'Institut de Physique de Kiel*. — **Physikalisches Praktikum**. (3^e édition). — 4 vol. gr. in-8° de 490 pages avec 315 fig. Prix : 11 fr. 25. Fried. Vieweg et Sohn, éditeurs. Braunschweig, 1898.

Cet ouvrage, de près de 500 pages, d'une impression serrée, donne une image fort complète de la manière dont on comprend, dans certaines Universités allemandes, l'enseignement pratique de la Physique, ce travail du Laboratoire qui fait suite à la simple manipulation, et prépare l'étudiant aux recherches personnelles. Due à une longue expérience de l'enseignement, à un contact constant avec les élèves, l'œuvre de MM. Wiedemann et Ebert facilitera la tâche à tous ceux qui ont à former les jeunes physiciens, à construire pour eux le pont qui relie l'amphithéâtre au laboratoire.

L'utilité de cet enseignement pratique n'est niée par personne, et cependant, en beaucoup d'écoles, d'ailleurs excellentes, elle est manifestement insuffisante. Or, rien ne prépare mieux aux travaux personnels que la répétition de mesures connues, avec des appareils d'un type existant, mais que le débutant devra agencer lui-même à l'aide de pièces détachées que l'on met à sa disposition.

Tous les exercices décrits par les auteurs sont exposés sur un patron uniforme; en tête du chapitre, quelques lignes indiquent toutes les pièces détachées que devra posséder l'élève, puis est exposée la théorie des phénomènes; enfin, quelques exemples donnent le détail des exercices.

L'une des particularités de l'ouvrage est qu'une large place y est faite aux mesures qui, de leur nature, sont du domaine de la Physique, mais dont les chimistes ont surtout à faire usage, celles des densités de vapeurs par exemple.

Conformément à son titre, l'ouvrage abonde en détails pratiques, en tours de main de laboratoire on d'atelier sur la soudure, le soufflage du verre, le nettoyage du mercure, etc. Mis dans les mains des élèves, il leur sera un guide sûr et très complet, et allégera considérablement la tâche des préparateurs chargés de les guider dans les informes tâtonnements du début.

C.-ED. GUILLAUME.

Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

Minet (A.), *Ingenieur-chimiste*. — **Électrochimie. Production électrolytique des composés chimiques**. — 1 volume in-18 de 167 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. Léauté. (Prix: broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars et Masson, éditeurs. Paris, 1898.

Minet (A.). — **Théories de l'Électrolyse**. — 1 volume de 175 pages de la même Encyclopédie.

Les deux volumes que M. Minet vient de faire paraître sur l'électrochimie et sur les Théories de l'Électrolyse font suite à deux autres, ayant pour titres respectifs : *l'Electrometallurgie* et *les Fourns électriques*.

Celui qui se rapporte à l'*Electrochimie* comprend deux parties, l'une traitant des composés minéraux, l'autre des composés organiques.

Dans la première, la question la plus importante et la plus développée est celle de l'électrolyse du chlorure de sodium, qui est appelée à prendre dans l'industrie une place considérable. L'auteur a rassemblé les documents récents se rapportant à ces procédés, d'après les différents inventeurs. Quelques-uns des chiffres ainsi réunis pourront être sujets à des modifications, notamment ceux des rendements ; en effet, d'une part, ceux-ci en marche industrielle sont souvent moins élevés que dans une usine d'essais où la surveillance est particulièrement développée ; d'autre part, et inversement, ils sont appelés à s'améliorer par suite de nouvelles découvertes.

Après l'électrolyse de l'eau et du chlorure de sodium, M. Minet décrit les procédés relatifs à la fabrication de différents corps, notamment : le permanganate de potassium, l'hydrosulfite de sodium, la cèruse, le vermillon, etc.

Dans la deuxième partie sont rassemblés les procédés d'électrolyse relatifs aux composés organiques : alcool, matières colorantes, jus sucrés, etc.

Au point de vue chimique on peut regretter l'emploi qui a été fait des équivalents dans certaines parties de l'ouvrage, et des poids atomiques dans d'autres parties ; il en est résulté quelques erreurs de formules.

Le deuxième volume est relatif à des questions théoriques ; on y trouve d'abord un rapide exposé historique, les définitions et les lois générales des phénomènes électrolytiques, la théorie physique de la pile ; la deuxième partie se rapporte à la constitution des électrolytes, d'après Grothius, Clausius et Arrhénius ; pour rendre les hypothèses et les théories de ces savants plus faciles à saisir, M. Minet a consacré un chapitre spécial aux théories modernes de la Chimie. Dans les pages suivantes, l'auteur parle de la conductibilité des électrolytes et du transport des ions à l'état combiné, d'après les travaux de MM. Bouty, Poincaré, Berthelot et Classy.

En résumé, ces deux ouvrages forment avec ceux qui ont déjà paru un ensemble complet permettant d'étudier, au point de vue théorique et pratique, les phénomènes d'électrolyse et d'électrothermie.

On y trouve rassemblés une série de documents qui seront très utiles à ceux qu'occupent les applications, de jour en jour plus importantes, de l'électricité pour l'obtention des métaux et la fabrication des produits chimiques.

P. JANNETAZ,
Répétiteur à l'Ecole Centrale.

3° Sciences naturelles

Dictionnaire de Physiologie, publié par M. CHARLES RICHEL, Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Paris, avec le concours d'un grand nombre de collaborateurs. — 3 vol. in-4° (fascicules 1 à 8). F. Alcan, éditeur. Paris, 1898.

Le *Dictionnaire de Physiologie* dont M. Charles Richet a entrepris la publication, avec le concours de nombreux collaborateurs, est une œuvre utile, qui comble une lacune, et dont le succès n'est point douteux. Il ne fait double emploi avec aucune œuvre : il est le premier de son espèce. On devra savoir grand gré à M. Charles Richet de son dévouement à la Science, et de la peine personnelle qu'il a prise et qu'il prend. Il n'est pas de ceux, en effet, qui après avoir construit — sans grand effort d'ailleurs — le cadre d'un traité, laissent à d'autres le soin de le remplir tout en mettant leur propre nom en vedette, comme s'ils avaient, à eux seuls, tout fait : M. Charles Richet paie largement et courageusement de sa personne — c'est-à-dire de sa plume — et travaille plus qu'aucun. Il suffit, pour s'en assurer, de voir le nombre et l'étendue des articles par lui fournis.

« Il m'a paru bon de confier à des physiologistes les

articles de Physiologie, et c'est peut-être, par rapport aux dictionnaires que nous avons vus paraître jusqu'ici, une des innovations de cet ouvrage. » Ce n'est point avec ironie que le directeur du *Dictionnaire* s'exprime de la sorte. Il dit vrai — il dit doublement vrai. Car jusqu'ici, en effet, dans les meilleurs dictionnaires, les articles de Physiologie étaient trop souvent confiés à des médecins ; et il est certain, d'autre part, en raison du nombre des travaux et des progrès de la Physiologie, que seuls les spécialistes sont en état de résumer avec quelque compétence la situation présente des problèmes.

Ce *Dictionnaire* devait donc être fait par des physiologistes : et il l'est. Il est fait pour les physiologistes, aussi. Il y a 30 ou 40 ans, ce public spécial n'existait guère ; il était infiniment restreint : aujourd'hui, il est nombreux, et s'accroît sans cesse. Nous avons vu se fonder successivement, en moins de 15 ans, les *Archives Italiennes de Biologie*, le *Centralblatt für Physiologie*, le *Journal of Physiology*, l'*American Journal of Physiology*, né d'hier, et, dans les quatre pays où se publient ces recueils, il y a eu manifestement un pas considérable ; le public des physiologistes a augmenté de façon évidente.

Les traités ne leur suffisent donc pas ? Non, ils ne leur suffisent pas : les meilleurs sont trop restreints et trop incomplets ; aucun d'eux ne renferme la dixième partie de tout ce qu'on trouvera dans les cinq ou six mille pages du *Dictionnaire* que voici. La Physiologie est de date récente, mais les travaux sont déjà très nombreux. Au reste, il faut bien le dire, le *Dictionnaire* sera un traité, si l'on veut, mais où les chapitres sont disposés par ordre alphabétique.

Donc, première raison d'être du *Dictionnaire* : l'insuffisance des traités, même les meilleurs.

Seconde raison d'être : il faut un traité (ou dictionnaire) moins étroit de cadre que ceux qui existent déjà : « La Physiologie doit, pour être complète, sortir des limites trop étroites où on la tient trop souvent enchaînée et envahir des domaines qui lui étaient autrefois interdits. » Ceci est fort exact. Il y a toute une série de questions considérées comme relevant de la Physique, de la Médecine, de la Bactériologie, de la Chimie, de la Thérapeutique, de la Psychologie aussi, que le physiologiste a besoin de connaître et sur lesquelles il lui faut sans cesse des renseignements. La *cocaine* intéresse le physiologiste autant que le chirurgien et plus encore, puisque c'est le premier qui fournit au dernier les indications sur l'emploi du remède ; les *toxines* constituent une question de Chimie physiologique, et non pas de Médecine pure, et ainsi de suite. Un physiologiste ne peut ignorer la Bactériologie : la plus grande partie de celle-ci, c'est en définitive, de la Physiologie ; dans la Chimie, une foule de questions intéressent le physiologiste, et il en va de même dans la Physique, la Zoologie, la Psychologie.

C'est dire que l'esprit qui préside à la confection du *Dictionnaire de Physiologie* est un esprit très large et très ouvert. Nous n'en sommes point surpris — de la part de M. Charles Richet — mais nous nous en félicitons. Ce sera un des principaux facteurs du succès.

On verra au hasard quelque fascicule. Voici le deuxième du tome III. Il contient quatre ou cinq articles principaux. C'est d'abord la fin d'un excellent travail de M. Bourquelot sur les champignons, sur leur biologie, et sur leur action physiologique. Puis c'est un article sur le chat, et deux autres sur le cheval et le chien. Ces articles zoologiques sont de haute importance, car on n'y donne pas seulement l'anatomie de ces animaux — dans la mesure où le physiologiste a besoin de la connaître ; — on y trouve aussi l'indication des résultats obtenus par l'expérimentation physiologique. A cet égard, l'article Cheval, par M. Arloing, est un modèle du genre, car on y trouve toute la physiologie du cheval, par systèmes ou par fonctions : caractéristiques générales (température, reproduction, croissance, dimensions, sang, humeurs), technique opératoire, outils employés ; étude des fonctions, expérience sur la

nutrition et toutes les autres fonctions, cardiopathie, système nerveux, etc. Entre ces trois articles zoologiques, un article bibliographique : l'œuvre de A. Chauveau; puis trois articles de Chimie physiologique : chloral, chloralose, chlorates. Dans le volume précédent, un vrai monument : c'est l'article Cerveau par MM. C. Richet, Manouvrier, et J. Soury : un très bon article sur la Cellule (Rettner); Bile, par A. Dastre; Branchie, de L. Frédéricq, etc. Dans le premier : Abeille, de Plateau, Maladie d'Addison P. Langlois, Aliment (Lapicque et Richet), Anesthésique (Richet), Autopsie (Trouessart), Aperception (Marillier), Asphyxie (Richet), et des articles variés comme Acclimatation, Atavisme, Autonomie, qui traitent de questions biologiques que le physiologiste ne peut ignorer, et dont les titres seuls servent à montrer dans quel esprit est conçue l'œuvre.

Si le *Dictionnaire* de Charles Richet est surtout une œuvre de physiologistes français, il ne faut pas croire que l'élément étranger en soit exclus : les noms de W. Engelmann, d'Utrecht, de Francotte, de Frédéricq, de Liège, de Gad (de Berlin), de Heymans (Gand), de Kronecker (Rome), de Mendelssohn (St-Petersbourg), de Mislowski (Kazan), de Mosso (Turin), de Nuel (Liège), de Plateau (Gand), de Stirling (Manchester), de Tarchanoff (St-Petersbourg) sont là pour en témoigner. Et il faut savoir gré à M. Charles Richet et à ses amis de leur dévouement : il faut les encourager dans leur œuvre, qui est incontestablement très utile. Aucun physiologiste ne voudra se passer de cette belle publication : tous y auront sans cesse recours pour puiser dans la masse énorme et variée des chiffres, des faits, des tableaux, des analyses d'expérience, des discussions qui s'y trouvent accumulés. C'est un livre de bibliothèque et de laboratoire à la fois. HENRY DE VARIGNY.

4^e Sciences médicales

Magnan (V.). — Leçons cliniques sur les Maladies mentales, faites à l'asile clinique (Sainte-Anne), recueillies et publiées par le Dr PÉCHARMAN. (Deuxième série). — 1 vol. in-8 de 250 pages. F. Alcan, éditeur. Paris, 1898.

M. Magnan a rendu aux aliénistes et aux psychologues un nouveau service en chargeant l'un de ses meilleurs élèves, le Dr Pécharman, de publier les leçons qu'il avait professées en 1893-94 sur les délires systématisés dans les diverses psychoses. La question du diagnostic différentiel entre les multiples classes de délires systématisés est, pour le médecin, d'une capitale importance : le pronostic, en effet, est pour chacun de ces types tout à fait différent, ici extrêmement sévère, là presque bénin, et l'attitude à adopter avec les malades, le traitement à indiquer diffèrent aussi grandement suivant que l'on aura affaire à telle affection, ou à telle autre dont les symptômes, cependant, à regarder les choses du dehors, sont dans les deux cas fort analogues. Le diagnostic est aussi délicat et difficile qu'indispensable à établir avec précision : la forme des accès délirants, le contenu du délire ne permettraient point, dans la grande majorité des cas, d'émettre sur la nature de la maladie et sur son issue probable une opinion solidement fondée; c'est seulement la connaissance de l'état mental du malade avant que son délire se soit constitué et celle de ses antécédents héréditaires, l'étude de l'évolution des accès délirants, qui fournissent au clinicien les éléments nécessaires pour assigner un diagnostic qui le mette en mesure de prévoir la marche ultérieure et l'issue de l'affection dont il est atteint. Les délires systématisés des dégénérés, et spécialement leurs délires de persécution et de grandeur, ressemblent, souvent à s'y méprendre, au délire systématique des délirants chroniques; la connaissance précise de l'état particulier de déséquilibre, de dissociation intellectuelle et émotionnelle qui caractérise les dégénérés, alors même qu'ils demeurent incapables de toute idée délirante et qu'ils n'éprouvent aucune hallucination, la constatation des multiples syndromes qu'ils présentent (obsessions, impulsions, inhibitions, perversions gé-

nitales, etc.), l'absence de toute évolution régulière dans le délire, son début brusque et inopiné, sa persistance sans modifications notables pendant des mois et des années, permettront seules de ne pas confondre un persécuté halluciné, dont les conceptions morbides ne font qu'exprimer la dégénérescence cérébrale, avec un délirant chronique à la deuxième période.

D'ailleurs les délires épileptiques et hystériques, certains délires toxiques comme le délire alcoolique, peuvent parfois ne point révéler le caractère de mobilité et d'incohérence qui leur est propre et se présenter avec une certaine systématisation, surtout lorsqu'ils apparaissent chez des prédisposés; mieux encore, chez certains paralytiques généraux, dont l'hérédité vésanique est chargée, ou bien encore au moment des rémissions, les conceptions délirantes peuvent n'avoir point le déconçu, la fragilité, l'absurdité contradictoire qu'elles affectent le plus habituellement; là encore, il y a matière à diagnostic différentiel et il sera souvent délicat de distinguer entre ce qui revient de droit à la névrose, à l'intoxication ou à la sclérose cérébrale et ce qui est attribuable à la dégénérescence mentale.

Après avoir esquissé à grands traits la sémiologie générale des divers délires systématisés, M. Magnan étudie successivement le délire chronique et les divers délires des dégénérés, en donnant la plus large place à l'étude des antécédents personnels et héréditaires des malades dont il analyse cliniquement l'affection; il trace une fois de plus, avec sa maîtrise habituelle, le tableau de cette maladie à marche régulière et progressive, où les rémissions sont exceptionnelles et l'issue toujours fatale, qu'il a le premier pleinement constituée à l'état d'entité morbide distincte. Le délire chronique, avec ses quatre périodes maintenant classiques (1^{re} Inquiétude, malaises, interprétations délirantes. 2^e Idées de persécutions, hallucinations auditives et tactiles, troubles de la personnalité. 3^e Affaiblissement intellectuel, idées ambitieuses. 4^e Démence), et des observations inédites viennent donner à cette pénétrante analyse une saveur et un intérêt nouveaux. Il décrit ensuite cette dissociation fonctionnelle des divers centres nerveux et cette sorte d'incohérence et de désintégration psychiques qui caractérise les dégénérés, passe rapidement en revue les stigmates les plus habituels de la dégénérescence mentale et rapporte, à cette occasion, quatre des observations les plus intéressantes qui aient encore été publiées dans ce domaine : un cas d'abolition, un cas d'inversion génitale avec délire comexé et deux cas de zoophilie exclusive), consacre une leçon entière à l'étude de ce groupe si curieux des persécutés-persécuteurs, qui réunissent en eux les traits les plus marqués de la folie morale et de la manie raisonnée, et donne une description clinique des diverses formes que les délires persistants peuvent offrir chez ces prédisposés (délires de persécution et de grandeur, isolés, successifs ou coexistants, délires mystiques et hypocondriaques), en les opposant aux délires d'émulsion polymorphes et protéiformes que l'on rencontre chez ces mêmes malades.

Dans les dernières leçons, consacrées aux délires systématisés dans les névroses, les intoxications et la paralysie générale, M. Magnan s'attache surtout à montrer que ces délires à forme régulière et stable ne se montrent guère que chez des prédisposés, et que la lésion organique, la névrose ou l'agent toxique agissent seulement en ce cas comme cause occasionnelle : aussi le délire persiste-t-il après que cette cause a cessé d'agir, alors que les troubles psychiques qui lui sont immédiatement liés (impulsions amnésiques, hallucinations terrifiantes et mobiles, conceptions délirantes), etc., disparaissent ou s'atténuent lorsque son action s'atténue ou ne s'exerce plus.

Les psychologues auront aussi grand profit que les cliniciens et les médecins légistes à lire les si curieuses et si complètes observations que renferme ce livre et les magistrales analyses dont M. Magnan a su les compléter.

L. MARILLIER,
Agrégé de l'Université.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

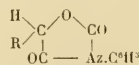
Séance du 18 Juillet 1898.

L'Académie procède à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Médecine et de Chirurgie. **M. Mosso** est élu.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Tzitzéica** démontre la proposition suivante : Considérons une congruence C et faisons correspondre à chaque droite D de C la corde de contact Δ de la sphère S décrite sur le segment focal de D comme diamètre avec son enveloppe. S'il existe sur la droite Δ un point μ qui décrit une surface dont la normale en μ soit parallèle à D , la congruence C est cyclique. — **M. L. Lecornu** détermine les équations de l'équilibre d'élasticité d'un bandage pneumatique. Il en déduit que, pour un bandage mince, la déchirure tend à se produire suivant la petite circonférence équatoriale et que l'effort correspondant augmente avec le rapport du rayon méridien au rayon équatorial.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Ed. Branly** présente quelques considérations sur l'application de la télégraphie sans fil pour prévenir les collisions en mer. Chaque navire devrait porter à la fois un transmetteur et un récepteur, mais il est difficile d'empêcher le premier d'agir sur le second à bord d'un même navire; en outre, il est impossible de se renseigner actuellement sur la direction d'où viennent les ondes; à peine pourrait-on déterminer la distance des deux navires. — **M. L. Somzée** rappelle qu'il a recommandé, pour éviter les collisions en mer, l'installation d'un système permettant d'échanger des signaux électriques en faisant usage de la conductibilité de l'eau salée. — **M. P. Villard** poursuit ses recherches sur les rayons cathodiques. Si l'on diminue constamment la pression dans un tube de Crookes, le faisceau cathodique, qui couvre d'abord toute la surface de la cathode, se réduit finalement à un mince filet, toujours normal à la surface d'émission. Deux faisceaux cathodiques sont sans action mutuelle appréciable. — **M. P. Curie** et **M^{me} S. Curie** ont isolé, de la pechblende, à l'aide de réactions chimiques, une substance nouvelle, émettant des radiations comme l'uranium, mais d'un pouvoir environ 400 fois plus grand; les auteurs proposent d'appeler cette substance *polonium*. — **M. L. Delvalez** a obtenu des photographies colorées en exposant, à l'action de divers objets colorés, une lame de laiton immergée dans un mélange d'acétates de cuivre et de plomb. Les inégalités d'éclairement produisent, dans le liquide, des courants locaux qui provoquent le dépôt de lames minces chromatiques de peroxyde de plomb. Un négatif photographique donne sur la lame un positif coloré. — **M. L. Lebert** a observé au flave, le 4 juillet, un bolide remarquable par son ascension lente. — **M. M. Berthelot** établit que la mesure des énergies lumineuses transformables en énergies chimiques doit être obtenue par l'étude des réactions endothermiques, et non par celle de réactions exothermiques où interviennent des phénomènes d'oxydation ou de combinaison, susceptibles de dégager de la chaleur. Ces réactions endothermiques ne doivent être réversibles, ni sous l'influence de la lumière, ni sous l'influence seule des affinités chimiques, agissant à la température ordinaire comme il arrive pour le chlore séparé de $AgCl$ sous l'influence de la lumière, le chlore tenant d'autant continuellement à se recombinaison à l'argent. Au contraire, la décomposition de l'acide iodique en iode et oxygène, celle de l'oxyde de mercure en métal et oxygène, celle de l'acide azotique en peroxyde d'azote, oxygène et eau

peuvent être employées. Cette mesure s'applique seulement à l'effet des radiations absorbables par le corps décomposé, radiations spéciales à chaque substance. Les efforts chimiques produits par l'action de la lumière pendant un certain temps ne sauraient être sommés que si l'on opère sur des systèmes fluides, dont toutes les parties peuvent venir au contact de la lumière. Par contre, les systèmes solides sont impropres à la mesure des énergies photochimiques, parce que l'action ne s'exerce qu'à leur surface. En somme, l'action photochimique est analogue à l'action chimique de l'échauffement, mais elle se produit à une température plus basse, susceptible de donner lieu à des composés qui seraient instables à une plus haute température. — **M. Georges Viard** a étudié la décomposition des phosphates monobasiques et monocalciques par l'eau à 100°. Elle suit la même marche que la décomposition par l'eau froide, avec un coefficient un peu plus élevé. La seule différence est que le phosphate bibasique formé est anhydre au lieu d'être hydraté. — **M. A. Mourlet** a préparé le sulfure de magnésium cristallisé, soit par fusion du sulfure amorphe ordinaire, soit par l'action du sulfure d'étain sur le chlorure de magnésium anhydre. Ce sulfure cristallisé, beaucoup moins altérable que le sulfure amorphe, se rapproche du sulfure de baryum cristallisé par la plupart de ses réactions; il s'en distingue par sa complète irréductibilité par le carbone. — **M. V. Thomas** montre que le chlorure ferrique jouit d'une propriété nouvelle : celle d'échanger son chlore contre le brome d'un bromure organique. Ainsi le paradibromophène chauffé avec le chlorure ferrique donne du pentachlorobromophène C_6Cl_5Br . Il y a donc eu substitution du brome par le chlore, puis chloruration du corps obtenu. — **M. F. Bodroux** a étudié l'action d'un excès de brome en présence du bromure d'aluminium sur l'isobutylphénol-para. On obtient du pentabromophénol; la chaîne latérale a été complètement détachée. En résumé, dans la bromuration des monophénols, le brome effectue toutes les substitutions possibles en respectant le groupement OH. Si une chaîne latérale est attachée au noyau par un groupe $(CH_2)_n$ ou $(C)_n$, elle est détruite et substituée; elle est respectée si l'union se fait par un groupe $(CH_2)_n$. — **M. E. Lambling**, par l'action de l'eau bouillante sur les phényluréthanes des acides lactique, glycolique, phénylglycolique et α -oxyisobutyrique, a obtenu des dicétones du tétrahydro- β -oxazol, de la forme



M. Léo Vignon, en réponse à la note de **M. Lasne**, reconnaît bien que l'acide phosphorique soluble dans le citrate peut être dosé directement avec beaucoup d'exactitude; c'est seulement à cause des différences dans la vitesse de précipitation de l'acide phosphorique qu'il a proposé de le doser par différence; ce procédé est aussi exact et beaucoup plus rapide que l'autre. — **M. Em. Bourquelot** et **H. Hérissé** ont reconnu que la solution de diastase de l'orge germée agissant sur la pectine, extraite de la poudre de gentiane après épuisement par l'alcool; cette action ne paraît due ni à l'amylase, ni à la tréhalase; il est donc probable que l'orge germée renferme un ferment spécial agissant sur la pectine.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. Louis Calvet** a recherché l'origine du polypide des Bryozoaires ectopores marins. Il résulte de ses observations : 1^o que le poly-

pide ne se présente sous la forme d'une invagination des parois zoocellaires que dans l'oozoïde; partout ailleurs, le polypide débute sous une forme massive, et la cavité, ainsi que les deux couches cellulaires du bourgeon, ne sont que des formations secondaires succédant au stade massif; 2° que le polypide de l'ozoïde, seulement, renferme des éléments représentant les trois feuillet embryonnaires; dans les blastozoïdes, le polypide tire son origine d'éléments mésenchymateux, dérivant, chez les jeunes, de l'épithélium ectodermique, chez les adultes, du tissu funiculaire. — **M. Louis Roule** décrit les Géphyriens des grands fonds de la mer, recueillis dans les expéditions de dragages du *Travailleur* et du *Talisman*. Ils appartiennent à la classe des Siponculiens. Les deux genres recueillis présentent de nombreuses espèces; mais celles-ci se relient entre elles par des transitions si ménagées, qu'il faut les considérer plutôt comme des variétés locales. — **M. Ad. Chatin** vient de recevoir des Landes des échantillons de truffes, qui ne sont autre chose que le *Terfezia Leonis*, connu jusqu'ici seulement à l'étranger. Elles croissent sous l'*Helianthemum guttatum*. Cette plante poussant aux environs de Paris, on pourra cultiver le *Terfezia Leonis* dans les mêmes lieux. — **M. Albert Gaudry**, en présentant une note sur les travaux de Victor Lemoine, rappelle les belles découvertes de ce savant dans le Tertiaire inférieur de Cernay. — **M. J. Gosselet** indique les résultats des différents sondages entrepris dans le Nord de la France pour la recherche de la houille. Entre Wissant et Calais, on a trouvé un lambeau de terrain houiller, mais il se trouve dans des conditions telles que l'exploitation n'en serait pas rémunératrice. Ailleurs, les résultats ont été négatifs. Les sondages ont, d'autre part, mis en évidence l'existence d'un plateau silurien qui s'étend sous toute la région du Boulonnais. — **M. Ed. Gain** a étudié l'influence du parasitisme du *Colletotrichum Lindemuthium* Br. et Sc. sur les graines de *Phaseolus* (Haricot). Il provoque une diminution de densité et la perte du pouvoir germinatif, ou, du moins, une diminution de vitalité et de résistance. La maladie se propage facilement par les spores; les graines attaquées peuvent être séparées des semences saines par un triage attentif à la main. — **M. L.-A. Fabre** a observé que les cours d'eau qui rayonnent du Plateau de Lannemezan progressent vers l'Est, délaissant leur rive occidentale. Ce phénomène est le résultat de deux actions : 1° Erosion par ruissellement ou défillement des berges de rive droite (résultant de l'action des vents dominants); 2° déblaiement par voie torrentielle des matériaux déplacés. — **M. Garrigou** a obtenu, par la Radiographie, des épreuves très nettes du foie, du cœur, des reins et du rectum.

Séance du 25 Juillet 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. O. Callandrea** résume les résultats d'un mémoire qu'il va faire paraître sur le calcul numérique des coefficients dans le développement de la fonction perturbatrice. Il a rendu plus précise la méthode de Le Verrier pour les planètes principales. Pour les petites planètes, il s'étend assez longuement sur la méthode des quadratures mécaniques. — **M. S. Zaremba** donne une démonstration générale d'un théorème de M. Poincaré, relatif à la valeur asymptotique d'une fonction u , satisfaisant, à l'intérieur d'une surface fermée S , limitant un domaine \mathcal{D} , une équation aux dérivées partielles. — **M. J. Vinot** transmet le résumé des communications d'un grand nombre d'observateurs, relatives à l'éclipse de Lune du 3 juillet.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Aug. Righi** a étudié l'absorption de la lumière produite par un corps placé dans un champ magnétique. Voici le dispositif de ses expériences : Un rayon de lumière blanche est polarisé par un premier Nicol et éteint par un second tourné à l'extinction; entre les deux est placée une flamme de sodium. Si l'on crée un champ magnétique, la flamme absorbera une radiation circulaire droite et une circu-

laire gauche d'un nombre différent de vibrations (c'est le phénomène de Zeemann). Deux vibrations circulaires inverses arriveront donc à l'analyseur, qui transmettra une composante rectiligne de chacune. — **M. Ed. Branly** montre que le contact de deux disques d'un même métal peut être, dans certains cas, le siège d'une grande résistance. Pour le zinc et le cuivre, la superposition de disques offre une colonne sans résistance électrique. Pour l'aluminium, le fer, le bismuth, la résistance est nulle si les disques ont été posés doucement les uns sur les autres; elle devient importante si on laisse tomber les disques les uns sur les autres. Une surcharge ou l'action de l'étincelle électrique diminuent ensuite la résistance. — **M. P. Villard** attribue à la diffusion des rayons primaires la fluorescence du verre qui se produit, dans un tube de Crookes, au-dessus du plan de l'anticathode lorsque cette dernière est rencontrée par le faisceau cathodique. Il n'y a pas production de rayons paracathodiques par l'anticathode (comme le supposait M. S.-P. Thomson), car le même effet se produit quand l'anticathode est anode ou isolée. — **M. H. Buisson** a mesuré la vitesse des particules électrisées dans la décharge par la lumière ultraviolette, au moyen de la formule $i = v\rho$, où i est l'intensité du courant de décharge, ρ la densité, s la section du flux et v la vitesse. Cette vitesse est indépendante de l'intensité de la lumière employée; elle semble être proportionnelle au champ. Elle est d'environ 25 centimètres par seconde dans un champ de 10 volts par centimètre. — **M. A. Poincaré** étudie le tourbillon polaire, formé par la réunion des filets d'air partis des régions équatoriales et se dirigeant vers le pôle tout en tournant dans la direction ouest-est. Ses conclusions se vérifient par l'examen des observations météorologiques polaires en l'année 1883. — **M. O. Ducru** décrit une méthode de détermination de l'arsenic dans l'antimoine et dans les métaux. Elle consiste à traiter l'antimoine ou le métal à chaud par un mélange de chlorure ferrique et d'acide chlorhydrique et à distiller. Tout l'arsenic passe dans les 300 c.c. qui ont distillé en premier; s'il a entraîné un peu d'antimoine, on l'en sépare par une seconde distillation. L'arsenic est finalement dosé à l'état de sulfure. — **M. José Rodriguez Mourel** a déterminé la composition des sulfures de strontium phosphorescents qu'il a préparés. Ces corps renferment toujours des impuretés, qui jouent un grand rôle dans la production de la phosphorescence; ce sont : du sulfure de calcium, du sulfate de strontium, du chlorure de sodium, du sulfure de sodium, etc. — **M. A. Trillat** décrit une méthode permettant de reconnaître et de doser facilement l'alcool méthylique qui se trouve dans l'alcool éthylique. On oxyde le mélange par le bichromate de potasse et on distille; les parties distillées renferment du méthylal et de l'éthylal. Si on ajoute alors de la diméthylaniline et qu'on oxyde, le méthylal donne une coloration bleue qui augmente par l'action de la chaleur, tandis que la coloration due à l'éthylal seul disparaît par l'action de la chaleur. — **M. E. Léger** a préparé la trichlorobarbaloiné $C^6H^3Cl_3PO$ + H^2O par l'action du chlorate de potasse sur la solution chlorhydrique de barbaloiné; il a obtenu ensuite les dérivés triacétyl et tribenzoyl de ce corps. Il a isolé enfin l'isobarbaloiné, qui accompagne la barbaloiné dans l'albès des Barbades, et a préparé ses dérivés trichloré et tribrômé. — **M. Th. Schlössing fils** a déterminé la quantité d'acide phosphorique qui existe à l'état dissous dans les eaux du sol. Il a constaté que, dans une même terre, et à une même époque, le titre de la dissolution en acide phosphorique est presque constant et indépendant de la proportion d'eau constituant l'humidité. — **M. Balland** a déterminé la composition et la valeur alimentaire du millet. Par sa composition, il se rapproche beaucoup du maïs; comme lui, il est riche en graisse et en azote; c'est donc, physiologiquement, un aliment plus complet que le blé. Il entre dans les rations de guerre des troupes coloniales.

3° SCIENCES NATURELLES. — **MM. A. d'Arsonval** et

A. Charrin ont recherché l'influence de l'injection de toxines tétaniques chez le lapin sur la thermogénèse. La chaleur émise, alors que la température centrale s'élève, est souvent plutôt inférieure que supérieure à la normale : il y a désaccord entre le calorimètre et le thermomètre. — **M. Em. Blanchard** rappelle que, chez les Insectes dont les mouvements sont énergiques et continus, la respiration s'accélère beaucoup, donnant lieu à un dégagement de chaleur assez considérable. Il en déduit que, chez les Criquets et Sauterelles, l'air dont ils sont gonflés acquiert plus de légèreté sous le même volume, ce qui leur permet de se maintenir longtemps en l'air. — **MM. C. Phisalix** et **H. Claude** ont injecté dans la veine saphène du chien une culture récente du microbe de la septicémie du cobaye; l'animal meurt souvent au bout de quelques jours après avoir présenté des phénomènes caractéristiques de méningo-encéphalo-myélite aiguë. A l'autopsie, on retrouve toujours le microbe dans l'excudat méningé. — **M. Ant. Pizon** a recherché l'origine et la nature du globe réfringent des cellules de rebut de l'ovule des Molgues. Les cellules qui s'observent au sein du vitellus renferment toutes, sans exception, leur globe de rebut, quelle que soit la période de développement de l'ovule. On ne trouve jamais de globules de rebut isolés dans le vitellus; ils sont toujours mêlés dans les cellules. Le globe pénètre dans une cellule dès qu'il a franchi la membrane nucléaire et qu'il a encore une des faces en contact avec cette dernière. — **M. E. Roze** a observé, sur les grains de féculé d'une tranche humide de *Bous-singaultia baselloides*, le développement d'une nouvelle espèce de Sarcine, qu'il appelle *Sarcina evolvens*. Le premier élément constitutif de l'espèce est une tétrade, qui se divise et se subdivise pour donner des colonies de sphérules contenant des particules qui régénèrent la tétrade primitive. — **MM. G.-M. Guillon** et **G. Gou-rand** ont déterminé l'adhérence des bouillies cupri-ques utilisées pour combattre les maladies cryptogamiques de la vigne; leurs premières expériences ont été faites sur des plaques de verre. Les bouillies sont d'autant moins adhérentes qu'elles sont plus anciennement préparées. Pour la bouillie au carbonate et au bicarbonate de soude, au carbonate d'ammoniaque, l'adhérence disparaît complètement avec le temps. Les bouillies bordelaises, à la mëlasse et à la gélatine, restent adhérentes, même après vingt-quatre heures de préparation. — **M. R. Zeiller** a reçu du Brésil un grand nombre de fragments de tiges et de rameaux fossiles d'une espèce décrite par M. B. Renault sous le nom de *Lycopodiopsis Derbyi*. L'auteur montre qu'on a affaire là à un véritable *Lepidodendron*, qu'il faudra désormais classer sous le nom de *Lepidodendron Derbyi* B. Ren.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 12 Juillet 1898.

L'Académie procède à l'élection d'un Associé national. **M. Schlagenhaufen** (de Nancy) est élu. — **M. Cadet de Gassicourt** présente un rapport sur le concours du prix Henry Roger. — **M. H. Huchard** présente un rapport sur un mémoire de **M. Cautru** relatif à l'action du massage abdominal dans les affections du cœur. Le massage abdominal a pour but de combattre la tendance aux stases veineuses et de provoquer une série de dilata-tions et de contractions des vaisseaux du rein qui favorisent et augmentent la diurèse. Les observations de l'auteur sont très concluantes à cet égard. — **M. E. Javal** approuve les idées de **M. Panas** sur la pathogénie et le traitement du strabisme concomitant. Il croit seulement que, surtout chez les jeunes enfants, l'occlusion permanente de l'œil sain est un moyen souvent suffisant pour obtenir la guérison sans intervention opératoire. — **M. Fournier** a constaté que le strabisme est très fréquent chez les syphilitiques héréditaires. L'alcôolie et la tuberculose des parents peuvent aussi déterminer le strabisme chez leurs enfants. — **M. le**

Dr Tuffier lit une note, avec présentation de malade, sur le traitement de l'exstrophie vésicale par la cysto-colostomie. — **M. le Dr Courtaud** donne lecture d'un travail sur les malformations congénitales du conduit auditif.

Séance du 23 Juillet 1898.

L'Académie procède à l'élection de deux Correspondants nationaux dans la Division de Médecine vétérinaire. **MM. Laulanié** (de Toulouse) et **Thierry** (de Beaune) sont élus. — **M. Panas** présente, au nom de **M. Bettrimeux**, une pince à retournement des paupières, dont l'usage est surtout indiqué dans le traitement de l'ophtalmie des nouveau-nés. — **M. Henri Monod** étudie la question de l'obligation pour les médecins de faire la déclaration des maladies transmissibles. Il montre d'abord que le chiffre des déclarations, quoique insuffisant, n'est pas insignifiant, comme le prétend **M. Ferrand**; il augmente d'ailleurs chaque année. La déclaration est tout à fait nécessaire pour permettre aux autorités de prendre en temps utile des mesures efficaces contre les épidémies. Or, si on laissait le soin de la déclaration à l'initiative des familles, la loi resterait lettre morte, car le public ne voit dans la révélation d'un cas de maladie qu'un fait de nature à lui porter préjudice. C'est donc bien au médecin que doit revenir l'obligation de la déclaration. — **M. Ferrand** est d'avis contraire; cette obligation répuque au corps médical, qui ne l'exerce souvent qu'à son détriment. Il voudrait que le médecin fût tenu seulement de remettre la déclaration à la famille, en la prévenant du devoir qu'elle a de la remettre à l'autorité. Un avis imprimé sur la déclaration avertirait la famille des pénalités qu'elle encourrait en se dispensant de ce soin. — **MM. Cornil** et **Carnot** ont étudié le mécanisme de la régénération des muqueuses. Pour l'uretère, le grand épiploon vient en contact avec la muqueuse urétrale; les cellules du revêtement muqueux de cette dernière se greffent sur la surface épiploïque. Elles se développent, se multiplient et s'unissent pour constituer un revêtement muqueux complet. Pour les cornes utérines, il y a un processus de greffe épithéliale à peu près semblable. — **M. le Dr Picqué** lit une note sur un cas d'extirpation d'enchondrome de la face.

Séance du 26 Juillet 1898.

M. le Dr Guépin lit un travail sur l'hypertrophie rénale et le cancer de la prostate. — **M. le Dr Narich** (de Smyrne) donne lecture d'un mémoire intitulé : Diagnostic et pronostic de l'hydrocéphalie fœtale dans le cas où la tête reste dernière. — **M. Albarran** présente un malade auquel il a fait une résection autoplastique du rein pour parer à une rétention rénale partielle. — **M. Mencièrre** (de Reims) donne lecture d'un travail intitulé : Considérations sur le traitement rationnel des fractures et luxations à l'aide d'appareils entièrement perméables aux rayons Röntgen.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 Juillet 1898.

M. Capitan a obtenu de rapides succès dans le traitement de la chlorose par la médication thyroïdienne, dans des cas où le fer et les toniques n'avaient eu aucun effet. — **M. Camus** a également observé une amélioration de la chlorose à la suite d'ingestion d'extrait thyroïdien. — **M. Phisalix** a observé, chez les cobayes du laboratoire de **M. Chauveau**, une maladie caractérisée par l'inflammation des voies respiratoires, la fièvre, puis l'abaissement de température et la mort. Cette septicémie est due à un tout petit bacille qui pousse dans l'air et dans le vide. Ce bacille n'a pas d'effet sur le rat et la grenouille; il est pathogène pour le lapin, la souris, le pigeon et le chien. — **M. Mirallé** admet que la diminution de la fente palpébrale dans l'hémiplégie est due, non à une diminution de tonicité de l'orbiculaire de la paupière, mais à l'affaiblissement

fonctionnel du moteur oculaire commun. — **M. Egger** a étudié la dissociation de l'orientation auditive chez une malade à néoplasie cérébrale. — **M. Carrière** a retrouvé le bacille d'Achalme-Thirollois dans le liquide pleurétique d'un sujet atteint de rhumatisme subaigu. — **M. Lapique** a constaté que la forme du cerveau des chiens dépend de la grosseur et non de la race de l'animal; les chiens de petite taille ont un cerveau rond, les grands chiens un cerveau allongé. — **M. Retterer** décrit le ligament cervical et ses fibres élastiques chez le chien et le cheval.

Séance du 16 Juillet 1898.

M. H. Roger a cultivé des bactéries et des levures en se servant de l'artichaut comme milieu de culture. Le streptocoque et le bacille diphtérique ne poussent pas; le bacille typhique se développe en colonies microscopiques; le coli-bacille produit une teinte verte intense. — **MM. Vidal et Sicard** ont injecté du sérum humain dans les centres nerveux de divers animaux. Chez le cobaye, il se produit des accidents convulsifs; chez le lapin et le chien, on n'observe rien. Les accidents disparaissent si le sérum est chauffé à 50°. — **M. M. Letulle** a étudié une maladie particulière au Péron, la verruga. Elle est de nature infectieuse, inoculable de l'homme à l'homme, mais ne paraît pas contagieuse. Elle est caractérisée par des tumeurs de volume variable, qui envahissent la peau et les muqueuses; ces tumeurs renferment un bacille qui se rapproche du bacille de Koch. — **M. P. Carnot** a constaté que l'addition d'un peu de tuberculine facilite d'abord le développement des cultures de bacille de Koch; une plus grande quantité l'entrave. — **M. Mirallié** soutient que la paralysie du facial supérieur est de règle quand le facial inférieur est paralysé, mais elle est beaucoup moins prononcée. — **M. Bourquelot** a constaté la présence, dans l'orge, d'un nouveau ferment soluble, susceptible d'agir sur la pectine.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Juin 1898.

M. Lagrange communique par lettre un moyen d'étudier la chute d'aimantation dans le fer doux. Entre les deux armatures d'un électro-aimant passe la partie allongée d'un tube de Crookes, traversée par des rayons cathodiques dont on suit le déplacement par l'observation de la fluorescence dégagée par un carton placé dans le fond du tube. Quand on rompt le circuit on voit la tache lumineuse revenir, d'abord rapidement, puis lentement à sa position première. En observant à l'aide d'un miroir tournant, on voit une courbe qui représente l'aimantation en fonction du temps. — **M. D. Berthelot** expose une méthode purement physique pour la détermination rigoureuse des poids atomiques. Les densités des gaz n'étant pas des quantités constantes, il est nécessaire, si l'on veut appliquer la loi d'Avogadro-Ampère à la détermination des poids moléculaires, de définir exactement dans quel état sont supposés pris les gaz étudiés. Il résulte des expériences de Regnault que la loi de compressibilité de tous les gaz tend vers une même forme à mesure que la pression décroît. **M. D. Berthelot** propose de considérer comme densités proportionnelles aux poids moléculaires les valeurs limites vers lesquelles tendent les densités observées quand la pression diminue indéfiniment. Ces valeurs ne peuvent être déterminées par l'expérience, on les calculera par extrapolation. Pour les gaz difficilement liquéfiables, les expériences de Regnault montrent que le produit $p v$ varie sensiblement suivant la loi :

$$1 - \frac{p_0 v_0}{p v} = A (p_0 - p).$$

A étant une quantité qui, à chaque température, reste sensiblement constante entre 4 et 4 ou 5 atmosphères.

En admettant la constance de cette quantité jusqu'à la pression 0 et en appelant p la densité limite, d la densité observée sous la pression atmosphérique, on trouve la relation

$$\delta = d(1 - A),$$

qui servira à calculer la densité limite p . Pour les gaz facilement liquéfiables, on pourra, en utilisant la formule de van der Waals, calculer par un procédé analogue les densités limites. **M. D. Berthelot** a utilisé les résultats des expériences de **MM. Leduc, Sacerdote, Amagat** et de **lord Rayleigh**. Le calcul fournit, pour les poids moléculaires des divers gaz rapportés à celui de l'oxygène, pris égal à 32, les nombres suivants :

H	Az	CO	O	CO ²
2,01472	28,0132	28,0068	32	44,000
Az ² O	HCl	C ² H ²	SO ²	
44,000	36,485	26,020	64,050	

Le poids atomique du carbone peut se déduire des densités limites de CO, C²H² ou CO²; on trouve ainsi trois nombres compris entre 12,000 et 12,007. Le poids atomique de l'azote peut se déduire des densités limites de Az et de Az²O; on trouve 14,007 et 14,000. Enfin, des nombres relatifs à H, HCl et SO², on tire O = 1,0074, Cl = 35,478 et S = 32,050. Ces nombres sont aussi précis que ceux qu'ont donnés les méthodes chimiques dans le cas où elles sont directes; ils l'emportent en précision dans le cas des déterminations chimiques indirectes (Az par exemple). — **M. A. Leduc** s'était proposé, il y a plusieurs années, de calculer les poids moléculaires des gaz par une méthode analogue à celle de **M. D. Berthelot**; la densité de l'azote seul lui a paru être connue avec une précision suffisante pour cet objet. Il pense en outre qu'il serait préférable de comparer les divers gaz, toujours sous les pressions très faibles, mais dans des états correspondants; la correction calculée par **M. Berthelot** ne serait pas sensiblement modifiée, si l'on admet que les coefficients de dilatation des gaz, sous ces faibles pressions, soient égaux entre 0° et les températures correspondantes. — **M. A. Guéhard** énumère diverses applications de la plaque photographique voilée à l'enregistrement des phénomènes internes du bain révélateur. Il projette une série de positifs dus à l'obliscence de **MM. Trutat et Yvon**, qui montrent : 1° les formes diverses de ségrégation moléculaire consécutives à l'abandon du liquide au repos sous faible épaisseur; 2° les figures d'afflux sur plaques préalablement mouillées; 3° la reproduction directe des objets de faible relief, par simple apposition sur la gélatine; 4° des courants d'osmose interne qui se manifestent aux moindres brèches capillaires de toutes cloisons, découpant dans le liquide des masses inégalement proportionnées à la surface à réduire; 5° les figures d'effluves d'origine thermique, qui se dessinent sous une plaque mise face à bas, à fleur du liquide, si l'on produit, entre les points déterminés, des différences constantes de température; 6° les curieuses inversions polaires observables, soit dans l'expérience, sous une plaque parallèle opposée à l'autre, soit sur toute plaque, face en haut, soumise, par en dessous, à l'action des mêmes toiles; 7° la preuve de l'origine purement mécanique de tous ces phénomènes, fournis par les figures identiques que produit la coordination des mouvements du liquide sous l'influence de pôles aspirateurs et inspirateurs, maintenant, entre des points déterminés, des différences constantes de potentiel hydrodynamique. **M. Guéhard** signale incidemment quelques applications à l'étude des courbes de capillarité, de la chute des gouttes, de la forme des veines liquides, etc., et il insiste sur l'utilité qu'il y aurait d'adopter la méthode à tous les cas où se caractérise une différenciation de l'homogénéité chimique ou physique dans les liquides.

C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

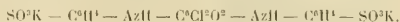
Séance du 10 Juin 1898.

M. O. Boudouard a isolé, des sables monazités de la Caroline, une terre de poids atomique voisin de 97. Il va rechercher s'il ne se trouve pas en présence d'oxyde de gadolinium identique à celui de Nordenskiöld. Il a obtenu des résultats du même ordre en fractionnant des terres yttriques de la gadolinite. — MM. G. et E. Urbain indiquent comment ils ont obtenu de l'yttrium sous forme d'oxyde absolument blanc, de poids atomique 88,8, et dont les sels ne présentent aucune absorption. Ils ont fractionné par l'ammoniaque les eaux mères de la cristallisation des éthylsulfates, quand elles ne présentaient plus que l'absorption du nouvel erbium. Les dernières portions sont de l'yttrium. Les portions précédentes à oxydes roses ont des poids atomiques qui croissent très rapidement. Ce résultat serait dû, d'après les auteurs, à l'absence de terbium et de terres holmiques dans le produit qu'ils ont traité, en faisant réagir le formiate d'éthyle, l'éther bromo-isobutyrique et l'éther acétique en présence de zinc. — M. Blaise a obtenu l'éther tétraméthyl-3-oxyglutarique bouillant à 150-156° sous 18 millimètres. L'acide correspondant fond à 169°, son dérivé acétylé à 171°; l'anhydride acétylé fond à 90°. La réduction par l'acide iodhydrique donne l'acide tétraméthylglutarique fondant à 113°. On trouve de l'acide trimésique dans les produits supérieurs de la rectification de l'éther précédent. Il se forme, par condensation, de l'aldéhyde acide malonique résultant de l'action du formiate d'éthyle sur l'éther bromacétique. — M. L. Maquenne a perfectionné la méthode de dosage du glucose de MM. Lehmann et Riegler. Il traite directement la liqueur non filtrée, renfermant l'oxyde cuivreux en suspension, par l'acide sulfurique en excès et l'iodure de potassium. L'ode mis en liberté est ensuite dosé par l'hyposulfite. La méthode est aussi exacte que celle de Lehmann. — M. Marie décrit un nouveau procédé de dosage du phosphore dans les composés carbonés. On brûle la matière organique en solution nitrrique chaude par le permanganate de potasse. On redissout, par l'azotite de soude, le bioxyde de manganèse précipité. Le phosphore est ensuite dosé dans la liqueur, par le molybdate et la liqueur magnésienne. — M. Bertrand présente un travail de M. Tapia, sur l'essence colombienne de caparapi. Cette essence, fournie par le *Nectandra caparapi*, est constituée par un alcool sesquiterpénique $C_{15}H_{26}O$, se déhydratant facilement en donnant un carbure $C_{15}H_{24}$. L'auteur a également extrait de l'essence un acide de formule $C_{15}H_{22}O_2$. — MM. Flateau et Labbé séparent quantitativement le géraniol du citronnellol, grâce à l'insolubilité de l'éther géranylphthalique dans la ligroïne, l'éther citronnelylphthalique y étant très soluble. Ils ont préparé de nouveaux dérivés de ces deux alcools et ces deux composés eux-mêmes à l'état de pureté. Le géraniol bout à 228°,2 sous 750 millimètres, et à 122° sous 29 millimètres. Le citronnellol bout à 221°,5 sous 755 millimètres. Les auteurs ont appliqué leur méthode de séparation à l'analyse des essences de citronnelle, de géranium de l'Inde, de géranium de Bourbon et de mélisse. — M. Denigès a adressé une note sur les combinaisons mercuriques des carbures éthyliques. — M. F. Tiemann envoie un travail sur les cétones à odeur de violette et sur les combinaisons de la série du citral qui s'y rattachent. — MM. N. Blattner et J. Brasseur décrivent une méthode de dosage du perchlorate dans les nitrates de soude et de potasse.

Séance du 24 Juin 1898.

MM. Flatau et Labbé ont extrait de l'essence de palmarosa un acide en C^{14} saturé, isomère de l'acide myristique et fondant à 28°. L'essence de géranium Bourbon leur a donné un acide non saturé en C^{16} dont le sel d'argent fond à 159°. — M. A. de Gramont a étudié les spectres de dissociation des sels fondus; il énu-

mière les résultats obtenus avec des composés renfermant du carbone et avec des composés renfermant du silicium. — M. Bauge a étudié l'action de quelques carbonates sur l'acétate chromeux. — M. Bouveault a adressé un long mémoire sur la constitution des acides campholéniques et de leurs dérivés. — M. Bodroux a préparé quelques éthers oxydes du 3-naphtol. Il décrit les dérivés éthylique, propylique, isopropylique, isobutylique et isoamylrique. — MM. H. Imbert et J. Pagès ont fait réagir l'acide sulfanilique sur le chloranile en présence de potasse. Ils ont ainsi obtenu le produit de condensation suivant :

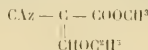


M. Guichard a étudié les eaux potables au point de vue de leur purification. — M. L. Lindet a remis en son nom et au nom de M. Aimé Girard une série de notes sur le phlobaphène du raisin, sur le dosage de l'acide malique dans les raisins et sur le développement progressif de la grappe de raisin. E. CHARON.

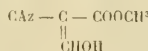
SECTION DE NANCY

Séance du 23 Juillet 1898 (suite).

M. Grégoire de Bollemont applique au cyanacétate de méthyle la réaction déjà étudiée pour les cyanacétates d'éthyle et d'amyle. Il obtient ainsi vers 200°, sous une pression de 32 millim., une huile qui cristallise partiellement dans un mélange réfrigérant; la masse purifiée par cristallisation fournit de belles tables transparentes allongées, fondant à 34°, très solubles dans l'alcool et qui constituent l'éthoxyméthylène cyanacétate de méthyle



comme le montrent les analyses. On obtient aussi dans cette réaction une huile que l'auteur se propose d'étudier. La solution aqueuse du sel de baryum correspondant à l'éthoxyméthylène cyanacétate de méthyle, traitée par l'acide sulfurique étendu, donne des cristaux d'oxyméthylène cyanacétate de méthyle



composé à saveur très acide, odeur piquante, volatil et fondant à 136-137°. Des expériences de conductibilité faites sur cet acide et son sel de soude ont montré que l'acide est monobasique et qu'il s'altère au contact de l'eau, mais que son sel de soude est très stable. Enfin, son coefficient d'affinité $K=1,505$ permet de le classer parmi les acides organiques forts, compris entre les acides mous et dichloracétiques.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Mai 1898 (suite).

SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Haga présente une communication de M. C.-H. Wind, intitulée : *Une illusion optique se manifestant par des maxima et des minima de clarté*. Si, dans un plan, deux zones d'intensités uniformes mais différentes sont séparées par une zone dont l'éclairement forme une transition continue entre les deux intensités, cette zone de transition semble être limitée par une bande claire du côté le plus éclairé et par une bande foncée de l'autre côté. Cette illusion se présente de la manière la plus frappante, si l'on regarde un disque noir, tournant rapidement dans son plan et sur lequel on a collé une feuille de papier blanc découpée d'une manière convenable. On obtient ainsi une distribution déterminée de lumière, l'intensité changeant de cercle en cercle concentrique; mais l'on se convainc tout de suite que la distribution de clarté qu'on observe n'y correspond pas entièrement. Photographions les disques, d'abord au

repos, puis quand ils sont animés d'une rotation de vitesse considérable, à l'aide d'un petit moteur électrique ; alors le premier photogramme fait connaître la loi de la variation de l'intensité et le second révèle la loi de la distribution de la clarté. Quelques-uns

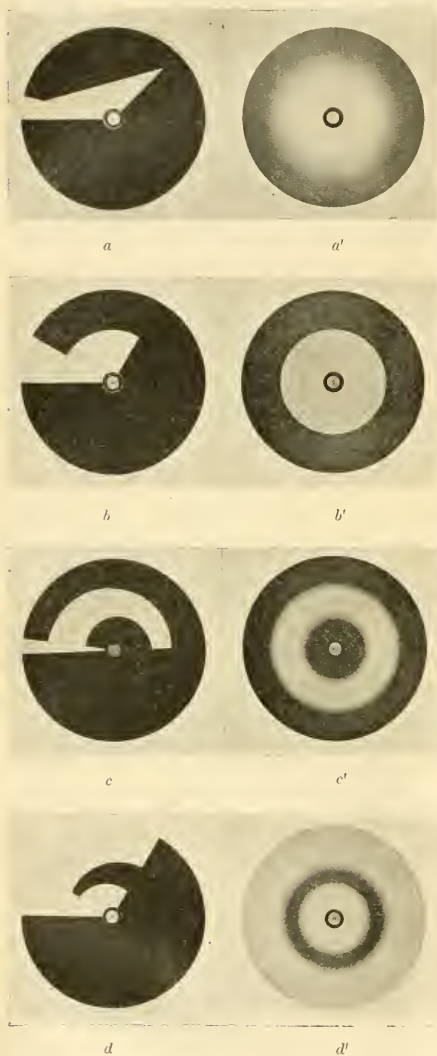


Fig. 1. — Illusion optique se manifestant par des maxima et des minima de clarté. — *a, b, c, d*, disques photographiés au repos; *a', b', c', d'*, disques photographiés pendant leur rotation.

des disques dont s'est servi l'auteur, sont représentés dans la figure 1 à $\pm \frac{1}{5}$ de la vraie grandeur. Les figures *a, b, c, d* montrent la forme de la feuille de papier

blanc ; les figures *a', b', c', d'* font connaître la distribution de clarté correspondante. Dans la figure *b*, on voit que l'éclairement subit un changement brusque sans aucune transition ; aussi l'aspect du disque tournant *b'* montre deux intensités différentes et il n'y a pas d'illusion optique. Au contraire, les disques tournants *c'* et *d'* possèdent, comme nous l'apprennent les figures *c* et *d*, des distributions de lumière dans lesquelles une zone d'un éclairement uniforme est unie de part et d'autre à des zones d'un autre éclairement par des zones de transition contraire ; ces figures *c'* et *d'* montrent assez nettement le maximum et le minimum de clarté sur les bords de chacune des zones de transition, quoique ceux-ci se manifestent avec bien plus de précision quand on regarde les disques tournants eux-mêmes. L'illusion qui nous occupe n'est point du tout bornée aux cas d'une variation linéaire de l'éclairement dans les zones de transition ; ainsi, dans le cas de la figure 1 *a*, où la spirale d'Archimède de *c* et *d* a été remplacée par une droite, les maxima et les minima



Fig. 2. — Autre forme de dispositif avec lequel on peut mettre en évidence l'illusion optique de la figure 1.

illusoires se présentent tout aussi bien. Ensuite l'auteur indique quelques autres manières à faire naître cette illusion, qui s'observe, du reste, dans la plupart des cas où il est question de pénombre. (M. Sagnac a déjà antérieurement décrit des bandes claires et sombres se présentant dans ces cas sans toutefois s'expliquer trop sur leur vraie nature.) À l'aide de la figure 2, où une partie du photogramme est couverte par du papier blanc, il met en évidence le caractère tout à fait illusoire du phénomène. L'illusion indiquée a produit dans plusieurs cas de fausses apparences de diffraction. Sans doute elle pourra être la cause de fausses apparences de dédoublement de bandes ou de raies claires ou sombres. Cette illusion constatée, il faut, de plus, s'attendre à une fausse estimation du lieu précis des maxima et minima réels d'éclairement, dans tous les cas où l'éclairement n'est pas symétrique par rapport à ces maxima et minima. P.-H. SCROUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Génie civil

Au sujet de l'accident du pont de Tarbes.

— L'accident du pont de Tarbes, qui s'est produit l'année dernière, au cours des épreuves de réception de l'ouvrage, a donné lieu à des appréciations diverses, et on a émis cette opinion que le pont était visiblement trop faible pour résister.

Il n'est pas douteux qu'en matière de construction, le coup d'œil ne soit chose parfaitement réelle et ne constitue, pour l'ingénieur, un auxiliaire des plus utiles. Mais, dans l'espèce, on peut d'autant moins se prononcer de cette façon que le problème consistait précisément à réaliser un pont aussi léger que possible. La question demande à être examinée de plus près.

On peut observer tout d'abord, en ce qui concerne la possibilité du flambage, que la seule théorie donnée à cet égard, celle de M. Pécissé¹, laissait supposer que le pont était capable de résister à cette cause de destruction. Mais il faut remarquer surtout que le pont dont il s'agit avait parfaitement résisté à la première épreuve, et que la flexion observée avait à peine dépassé celle indiquée par le calcul.

Il devenait dès lors assez logique d'en inférer que le pont supporterait de même la deuxième épreuve.

Et, en admettant que le pont a péri par le flambage, si ce raisonnement a été malheureusement démenti par les faits, c'est qu'on se trouvait en face d'un phénomène d'une nature très spéciale et essentiellement discontinu. On se rend compte assez clairement de cette discontinuité en se reportant au cas bien connu de la pièce droite chargée debout et simplement assujettie à rester dans un plan donné.

On sait qu'une pièce de ce genre ne peut fléchir latéralement que si la charge N dépasse la valeur limite

$$N_0 = \frac{\pi^2 EI}{L^2},$$

et qu'à partir du moment où la charge N a atteint

cette valeur, la flèche de la pièce supposée courbée commence par croître comme la racine carrée de $N - N_0$, c'est-à-dire relativement beaucoup plus vite que les charges elles-mêmes.

Si donc on considère une pièce de ce genre soumise à des charges croissantes, et qu'on représente graphiquement son état en prenant pour abscisses les charges imposées et pour ordonnées les flèches correspondantes, on obtiendra un diagramme du genre de la figure 1.

A partir du moment où N a atteint la valeur N_0 , il y a en réalité pour la pièce comprimée trois formes d'équilibre; la forme droite ne cesse pas d'être une, mais elle ne correspond qu'à un équilibre instable.

Il en est de même pour une poutre de pont soumise à des charges croissantes; en raison des compressions qu'elle subit à la partie supérieure, elle peut aussi fléchir latéralement quand la charge P atteint une certaine valeur P_0 . A partir de ce moment, la flexion plane ne cesse pas de correspondre à un état d'équilibre possible, et les calculs qui s'y rapportent ne cessent pas d'être exacts, mais ils ne correspondent plus qu'à une forme d'équilibre essentiellement instable.

La charge imposée à une poutre peut ainsi être très voisine de la limite dangereuse P_0 sans que l'observation des flèches verticales puisse vous en avertir. On peut même aller plus loin et dire qu'il n'y a pas impossibilité absolue à ce que l'instabilité d'un ouvrage ne se manifeste pas aux épreuves. Les conditions qu'on rencontre dans la pratique ne sont, en effet, jamais les conditions idéales que suppose le calcul, et la non-indéformabilité des matériaux peut suffire à déterminer des résistances, ou des encastres partiels, qui donnent le supplément de stabilité nécessaire pour permettre de réaliser momentanément un équilibre réellement instable.

Des faits de ce genre peuvent se produire pour les poutres de pont, d'autant plus que les surcharges

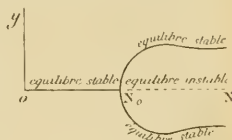


Fig. 1.

¹ Comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 14 juin 1880, et Mémoires de la Société des Ingénieurs civils.

d'épreuve y sont amenées à très faible vitesse et, par conséquent, sans trépidations de nature à déranger l'équilibre, et on doit en inférer que les seules épreuves absolument concluantes sont celles qui comportent un gauchissement préalable des poutres essayées ou des efforts tendant à provoquer ce gauchissement.

Il sera le plus souvent impossible de provoquer de pareilles déformations, et, si nous sommes entrés dans ces détails, c'est pour montrer que le phénomène du flambage est d'une nature particulière et qu'il n'a rien de commun avec les phénomènes ordinaires qui se produisent quand on dépasse la limite d'élasticité des matières employées, bien qu'il ait rapidement pour conséquence d'amener un dépassement de cette limite.

La différence s'accuse, non seulement par la manière dont il se produit, mais encore par la nature des causes qui le déterminent. Habituellement, il surgit brusquement et produit de suite des déformations considérables qui entraînent la ruine de l'ouvrage.

D'un autre côté, les causes qui le rendent possible n'ont souvent aucune influence sur les efforts que calcule la théorie ordinaire.

C'est ainsi que la hauteur plus ou moins grande des charges au-dessus d'une poutre n'influe pas sur la valeur du moment fléchissant, alors qu'il est bien clair qu'une charge placée très haut met cette poutre dans un état très précaire sous le rapport de la stabilité.

On peut ajouter que la différence avec les phénomènes habituellement étudiés s'accuse encore quand on traite la question analytiquement, car la recherche des nouvelles formes d'équilibre qui en résultent ne peut plus se ramener aux équations linéaires habituelles.

Une idée contre laquelle il convient aussi de se mettre en garde est de croire qu'on puisse éviter le flambage d'une poutre en ayant soin de disposer l'ouvrage de manière que tous les efforts auxquels elle doit être normalement soumise agissent exactement dans son plan. Il n'est pas douteux qu'une disposition de ce genre ne puisse être avantageuse à divers points de vue, mais elle peut aussi être absolument insuffisante pour atteindre le but dont il s'agit.

Car, à supposer même, comme nous l'avons dit plus haut, qu'on arrive ainsi à éviter le flambage au moment des épreuves, alors que le flambage est possible, il ne manquera pas plus tard de circonstances accidentelles pour le provoquer et les conséquences n'en seront que plus désastreuses.

En résumé, ce qu'il faut retenir des développements qui précèdent, c'est d'abord l'insuffisance des calculs ordinaires, et ensuite la nécessité, dès qu'il y a place pour le doute, d'examiner à part la question du flambage si on veut prévenir le retour d'accidents analogues à celui de Tarbes.

Il faut remarquer en effet que cette sorte d'accident sera d'autant plus à craindre qu'on emploiera des matériaux plus résistants, et la raison en est que la résistance au flambage dépend surtout de la raideur des pièces, c'est-à-dire du coefficient d'élasticité du métal, et que ce coefficient est loin de croître aussi rapidement que la résistance à la traction ou à la compression simple.

C'est ainsi que l'acier qui résiste convenablement à une charge de 12 kilos par millimètre carré n'a pas un coefficient d'élasticité notablement supérieur à celui du fer ordinaire, qui ne peut supporter qu'une charge moitié moindre.

Une étude détaillée du pont de Tarbes, faite au point de vue où nous nous plaçons ici, ne manquerait pas d'être des plus instructives, mais il convient, pour divers motifs, de laisser de côté cette question particulière, et nous nous bornerons, en prenant un exemple analogue, à montrer, par quelques chiffres approximatifs, comment varie, dans les diverses épreuves qu'il peut avoir à subir, la tendance au flambage d'un pont de ce genre.

Il faut d'ailleurs bien observer à ce sujet que, dans

ces études, les éléments qui interviennent ne sont plus des forces réellement existantes, analogues à celles qu'on calcule d'habitude, mais des forces virtuelles qui n'existent en quelque sorte pas encore et qui prendront naissance seulement quand l'ouvrage cessera d'avoir la forme qu'il doit avoir.

Les quantités qu'on a à considérer sont ainsi des quantités analogues aux coefficients d'élasticité, de traction ou de glissement.

Cette remarque faite, l'exemple que nous prendrons est celui d'un pont à une seule travée, de 45 mètres de longueur, formé de deux poutres indépendantes, c'est-à-dire simplement entretoisées et sans contreventement proprement dit.

Nous supposons que chacune de ces poutres, de 2^m,23 de hauteur, a des semelles de 0^m,70 de largeur sur 0^m,04 d'épaisseur et une âme suffisamment flexible pour que sa résistance à la torsion soit négligeable, mais renforcée néanmoins par des montants verticaux qui obligent les deux semelles à se déverser de la même quantité, en cas de gauchissement.

Nous admettrons enfin que le poids total de l'ouvrage est de 90 tonnes, et que les assemblages dans chaque poutre sont faits avec assez de soin pour que le coefficient d'élasticité de l'ensemble, formé d'ailleurs d'acier de choix, puisse être regardé comme égal à 20.000 kilos par millimètre carré.

En ce concerne les surcharges imposées, nous examinerons quatre hypothèses :

1^o Celle d'un poids de 34 tonnes placé au milieu de la longueur du pont ;

2^o Celle d'une charge de 144 tonnes, uniformément répartie sur toute la longueur du pont ;

3^o Celle d'une charge de 34 tonnes, uniformément répartie sur toute la longueur du pont, roulant à une vitesse très faible ;

4^o Celle d'une charge de 34 tonnes, uniformément répartie sur toute la longueur du pont et marchant à la vitesse d'un train express, soit 17 mètres par seconde.

Et dans chacun des quatre cas ci-dessus, la surcharge sera supposée peser directement sur le milieu de la semelle supérieure des poutres, c'est-à-dire agir dans le plan même de ces poutres.

Le poids propre du pont et les divers poids qui constituent les surcharges imposées tendent tous, quoique dans des mesures différentes, à provoquer le flambage, et, pour évaluer ces actions, nous prendrons dans chaque cas comme unité la résistance propre du pont au flambage, c'est-à-dire celle qui résulte des forces élastiques mises en jeu par le gauchissement des poutres.

On obtient ainsi, en nombres ronds, les résultats suivants :

	VALEUR relative de la poussée au flambage	MARGE de sécurité contre le flambage
1 ^{re} hypothèse.	0,95	0,05
2 ^e —	1,30	—
3 ^e —	0,60	0,40
4 ^e —	0,88	0,20

Quant aux compressions maxima qui se produisent au milieu des poutres, lorsque celles-ci fléchissent normalement dans leur plan, elles ont les valeurs suivantes :

	COMPRESSION MAXIMA par millimètre carré au milieu des poutres
1 ^{re} hypothèse.	8,8
2 ^e —	10,4
3 ^e —	6,4
4 ^e —	6,4

Dans la première hypothèse, la poussée au flambage est légèrement inférieure à la résistance élastique et il est possible que le pont résiste, mais, dans la deuxième

hypothèse, la poussée au flambage est supérieure de plus de $\frac{1}{4}$ à la résistance élastique, et on doit regarder le pont comme entièrement incapable de résister.

En comparant les chiffres correspondants à ces deux hypothèses, on voit que les poussées au flambage augmentent presque deux fois plus vite que les compressions normales au milieu des ponts; cette différence provient de ce que, à compression égale, une charge uniformément répartie est plus dangereuse qu'une charge unique placée au milieu du pont.

Enfin, dans les troisième et quatrième hypothèses, les poussées se trouvent inférieures aux résistances et le pont doit pouvoir résister, mais on voit que la vitesse de la surcharge suffit à diminuer de moitié la marge de sécurité dont on dispose contre le flambage.

A. Bérard,

Ingenieur en chef des Poudres et Salpêtres.

§ 2. — Chimie

Sur la découverte de l'Aluminium. — Nous avons vu¹ que l'alumine, chauffée en présence de borax, d'un peu de silice et de charbon, est réduite avec production d'aluminium métallique. Cette réaction nous a rappelé une anecdote fort curieuse que Sainte-Claire-Deville a citée dans une des *Soirées de la Sorbonne* de 1864 :

Permettez-moi, disait H. Sainte-Claire-Deville à son auditoire, de mentionner aussi un prédécesseur vraiment malheureux qui ne doit pas être oublié dans l'histoire de l'aluminium.

Je dois sa biographie au général de Beville, qui l'a recherchée dans plusieurs auteurs latins.

Un pauvre ouvrier a su séparer du verre, qui contient de l'alumine, un métal avec lequel il forma une coupe qu'il offrit à Tibère. L'Empereur accepta la coupe et loua l'ouvrier outre mesure.

Celui-ci pour montrer à l'Empereur les précieuses qualités de ce métal, prit la coupe et la jeta à terre; elle ne se brisa point; elle se déforma légèrement et put être réparée au moyen de quelques coups de marteau aussi facilement que si elle avait été en or et en argent. Ce métal, produit au moyen de l'argile, était et ne pouvait être autre chose que de l'aluminium. On demanda à l'ouvrier si le secret de sa préparation n'était connu que de lui seul. « De moi seul et de Jupiter, répondit-il ». Tibère, dans la crainte que la valeur de l'or et de l'argent ne fût dépréciée par un corps aussi vulgaire que l'alumine, fit détruire l'atelier de l'ouvrier et à lui-même il fit trancher la tête : « Eum decollari jussit Imperator² ».

On sait combien l'acide borique est abondant en Italie. Il n'est donc pas impossible qu'on ait pu mettre en présence les trois corps : acide borique, potasse, alumine qui, sous l'influence de l'action réductrice du charbon peuvent fournir de l'aluminium.

A. Duboin,

Professeur-Adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Feraud.

¹ *Revue gén. des Sciences* du 15 août 1898, p. 598 et 599.

² Cette histoire est racontée de la même manière par plusieurs auteurs latins. Ainsi Petronius Arbiter dit *Satyricon*, chap. 11 : « Fuit tamen faber, qui fecit phialam vitream, quæ non frangebatur. Admissus erga Cæsarem est cum suo munere; deinde fecit reporgere Cæsarem, et illam in pavimento projecit. Cæsar non pote validius quam expavit; at ille sustulit phialam, collisa erat tanquam vasum æneum. Deinde martiolum de sinu protulit, et phialam otio belle corripuit. Ille factus, putabat se solum Jovis tenere; utique postquam ille dixit : Numquid alius sit, hanc conditorum vitreorum? Vide modo. Postquam negavit, jussit illum Cæsar decollari; quia enim, si scitum esset, aurum pro luto habereamus ».

Dio Cassius fait un récit tout semblable. R. B. lib. LVII, c. xxi.

³ Plin. dit ceci *Hist. naturalis*, l. XXXVI, c. LXVI, § 195 : « Fuerat Tibero princeps excoctatum vitri temperamentum, ut flexibile esset, et totam officinam artificii ejus abolitum, ut aris, argenti, auri, metallis pretia detraherentur; ea aqua fama crebrior diu, quam certior fuit ».

§ 3. — Géographie et Voyages

La récente croisière de la « Revue » en Norvège : La Nature boréale et les grandes pêches. — Le 10 août dernier, alors que la dernière livraison de la *Revue* était sous presse, est arrivé à Dunkerque le navire la *Lustania*, ramenant du Cap Nord et de Norvège notre cinquième croisière.

Ce voyage avait surtout pour objet et a eu pour principal résultat de faire connaître aux touristes toute la partie occidentale du monde scandinave, la structure du pays, l'océanographie de ses côtes, la vie animale et les grandes pêches dans la mer de Norvège et l'Océan Glacial.

Afin de permettre aux touristes d'éprouver l'impression du jour constant et de jouir du soleil de minuit, le bateau a gagné le plus rapidement possible le cercle polaire. En ces parages apparaît vraiment un monde nouveau. Dès qu'on atteint la latitude des Lofoten, toute la Nature se transforme. Nous n'essaierons pas de décrire ici cette étonnante lumière, faite presque uniquement de la partie la plus réfrangible du spectre, qui donne au paysage comme un aspect de fantôme; l'œil, quand le soleil brille, n'y perçoit guère que le jaune et le vert, et ce sont surtout ces couleurs qu'uniformément relèvent les nuages, les montagnes et la mer. Baignés de leurs blafards qui semblent sortir à la fois de l'onde et du ciel, émergent çà et là de hauts sommets. Par places, leurs bases se rapprochent et menacent de nous barrer la route; mais, à mesure que le navire avance, l'obstacle recule ou s'évanouit comme une brume légère, et ce sont d'autres îles, d'autres îlots, d'autres montagnes, d'autres glaciers, qui, indéfiniment, vont renouveler devant nous ce spectacle oppressant de choses imprécises et fuyantes. Nul alors ne songe à la vie qui grouille dans les eaux. Par delà ce décor grandiose de cimes neigeuses et de rives de glace, qui impose à l'esprit la sensation d'un monde engourdi dans le froid et le silence, l'imagination ne se représente qu'un immense apaisement des éléments, l'acheminement graduel des forces terrestres vers l'absolu repos.

La pensée s'abîmerait dans cette vision du néant, n'étaient, à de rares intervalles, sur la côte ou les rochers du large, quelques coins de verdure. Un petit groupe de maisons s'y découvre et, parmi elles, presque toujours une église; la lorgnette discerne au voisinage quelques arpentés cultivés. Même aux abords du Cap Nord, les Norvégiens cultivent le seigle, l'avoine, l'orge et, depuis une dizaine d'années, la pomme de terre. Mais, c'est surtout la pêche qui les fait vivre. Montant de petites barques dont la proue relevée et la voile rappellent les anciennes embarcations des Vikings, ils chassent, en cette saison, aux filets de drève. Les poissons qu'ils capturent ainsi sont le hareng et le maquereau. Mais cette pêche d'été n'est que de médiocre rapport. Aussi, à cette époque de l'année, ne reste-t-il aux Lofoten qu'une faible partie de la population ordinaire; la partie vaillante est allée chercher le hareng sur la côte nord-est de l'Islande. En Juillet, les petits centres de pêche paraissent inhabités : à Harstadhavn, comme à Lidingen, dans l'île de Hinnø, nous trouvons bien de vraies villes, mais qui semblent sommeiller dans la continue lumière de l'été et où beaucoup de maisons sont closes. Dans la petite île d'Henningsvær, au sud de Vaagø, cet aspect de désert est plus saisissant encore : au pied d'une dent montagneuse, qui surgit isolément de l'onde et se dresse à une altitude de 1.000 mètres, gisent des amas de pierres, séparés les uns des autres par de petites criques ou d'étroits chenaux. Ces rochers, polis et striés par un ancien glacier, portent aujourd'hui une bourgade, dont les maisons de bois, construites sur pilotis, font penser aux villages lacustres de la préhistoire. Ces habitations sont fort simples. La base est un quadrilatère allongé, sur les côtés duquel s'élèvent, en double paroi, des murailles de sapin. L'n

toit à deux versants s'y appuie. A l'intérieur, nul étage, nul refend : chaque demeure comprend une pièce unique; on n'y trouve ni sièges, ni tables, mais, sur le plancher, des lits. Là s'entassent en janvier, février et mars, des multitudes de pêcheurs. Ils viennent, en ces parages, jusqu'à plus de vingt mille, capturer la morue. Cette espèce fuit alors les flots agités de l'Océan; pour abriter sa ponte, elle se réfugie entre la rive norvégienne et les îles; ses bancs serrés se pressent à la surface des eaux tranquilles, qu'isole presque complètement de la haute mer un véritable échiquier de récifs. Depuis longtemps les marins connaissent ces régulières migrations; pendant le premier trimestre de chaque année, surtout en Mars, les gens des Lofoten, du Salten et du Nordland déploient, dans leur pays, une extraordinaire activité. Au nombre de 25 à 30.000, montés sur 7 à 8.000 bateaux, ils capturent 15 à 30 millions de morues.

Quand arrivent Avril, Mai, Juin et Juillet, le poisson se déplace : des troupes innombrables de jeunes salmonides (Caplans), alors pélagiques et transparents, l'attirent sur les rives du Finnmark en telles quantités que la pêche tend à y devenir presque aussi importante qu'aux Lofoten : 40 à 44.000 hommes employant 4.000 barques à voiles, prennent annuellement en ces parages 15 à 16 millions de morues.

Nous avons rencontré plusieurs de leurs embarcations à Tromsø, Hømmelfest et aux environs mêmes du Cap Nord. Toutes ont, dans les îles du voisinage, leurs ports d'attache, et régulièrement elles viennent y déposer leur butin. L'amonnèlement de la récolte imprime à ces villages, aussi bien dans les Lofoten qu'au Finnmark, une sorte de physionomie commune. Contigu à chaque habitation de pêcheur est établi un *séchoir*, système de perches où le poisson, vidé et décapité, est suspendu et exposé au grand air. La tête est soigneusement conservée : elle constitue, en effet, tout le fourrage dont on nourrit le bétail dans l'extrême Nord pendant la majeure partie de l'année; ou bien on en fait aussi du guano.

La saure et l'embarillage se pratiquent le plus souvent sous de grands hangars; ces constructions acquièrent, en certaines villes, un surprenant développement, et le voyageur est tout étonné de trouver en plein Océan Boréal de gros centres industriels comme Hømmelfest et surtout Tromsø, où de grands magasins en bois, de véritables docks, alignés le long de la côte, sont desservis chacun par un remarquable outillage mécanique.

Cette grande industrie de la pêche et de la conservation du poisson groupe, en quelques villes du Nord de l'Europe, une population relativement très nombreuse. Tromsø compte 6.000 habitants; ses hôtels bien tenus, ses intéressantes boutiques, — où s'entasse, à côté des peaux de tous les animaux du Nord, la pacotille de Hambourg, — ses services importants d'éclairage à l'électricité, de télégraphie et de téléphonie, témoignent de relations constantes avec le reste du monde, comme aussi ses petits magasins de librairie, surtout son magnifique musée d'histoire naturelle, nous disent clairement que le souci des affaires n'y exclut ni le goût de la science ni les plaisirs de l'esprit. Les collaborateurs de la *Revue* apprendront sans doute avec intérêt qu'ils ont de fidèles lecteurs à Tromsø.

Cette curieuse ville devient de plus en plus le grand centre d'armement pour la banquise. C'est de son port que partent aujourd'hui la plupart des expéditions qui vont dans les mers polaires, en particulier autour du Spitzberg, pêcher le saumon et l'ombre-chevalier, chasser l'edder, l'ours blanc, le morse, les phoques, le bélouga (dauphin blanc), les grands requins apokales, les narvals et les baleines¹.

Ces dernières, au lieu de demeurer confinées, comme

les ours blancs, dans la région des banquises, visitent souvent des latitudes moins élevées; à certaines époques de l'année, un petit nombre d'entre elles s'aventurent dans la mer de Norvège et même gagnent un endroit qui semble être, pour elles, de prédilection : le fjord de Christiania. Dans l'Océan Arctique, nous en avons plusieurs fois rencontré : c'est que, comme les morues, elles sont attirées sur les rives du Finnmark par les jeunes salmonides. Trois fois nous avons eu la surprise d'apercevoir tout près du bateau des troupes de grandes baleines occupées à la pêche. L'énorme bête semble se récréer nonchalamment à la surface de l'eau. Ne se montrât-elle pas, d'ailleurs, qu'elle trahirait sa présence par la condensation, sous forme de grandes gerbes d'eau, hautes de 5 à 6 mètres, de la vapeur qu'elle expire.

Dès que les baleiniers aperçoivent ces sortes de jets brumeux au-dessus de la mer, ils accourent. On sait qu'aujourd'hui ils chassent l'animal au canon. En éclatant dans la bête, l'obus y fixe un harpon à ressorts, auquel demeure attachée une forte corde. Le baleinier suit le cétacé jusqu'à ce qu'il meure épuisé par l'hémorragie, puis il le remorque aux points de la côte où, pendant l'été, fonctionnent des établissements de dépeçage. Dans la petite île, ordinairement déserte, de Skjervø, près du Cap Nord, nous avons visité l'une de ces stations : cent dix baleines y avaient été amenées depuis le début de la saison, et du rivage, où gisaient et pourrissaient leurs viscères, répandaient aux alentours la plus épouvantable odeur qui se puisse imaginer. En dépit de l'horreur du spectacle et des nausées que suscitent inévitablement de tels parfums, nous avons tous voulu examiner de près cette curieuse industrie, qui prend au monstre sa peau pour en faire du cuir, sa graisse pour en extraire l'huile, ses fanons pour en obtenir des baleines, sa chair pour la transformer en guano, ses os mêmes pour fabriquer des meubles.

Nous loin de cet intéressant foyer de putréfaction, un très curieux spectacle s'est offert à nous : celui de l'île aux Oiseaux. Là des multitudes de palmipèdes, que l'on respecte parce qu'ils procurent à l'heureux propriétaire de l'îlot plusieurs milliers d'œufs par jour, possèdent une résidence inviolée. Sur ce rocher ils se sentent si bien maîtres que, sans s'effrayer, ils regarderaient glisser près d'eux sur l'eau les plus gros navires, si l'homme, né malaisant, ne s'ingéniait à troubler leur repos : en passant devant eux, la *Lustania* a tiré le canon; tous les oiseaux ont pris vol, et tel en était le nombre que le ciel en fut littéralement obscurci.

Un autre animal, très répandu et même domestiqué en ces parages, méritait aussi une visite. Près de Stortoppen, dans le district de Tromsø, nous avons été voir le renne. Un troupeau de 300 à 400 de ces animaux paissait la mousse dans la vallée. Il était gardé par des chiens, au voisinage de quelques huttes de Lapons. Les propriétaires n'eurent pas, près de nos touristes, moins de succès que leur bétail, et c'est avec vive curiosité que voyageurs et voyageuses ont considéré ces petits hommes rabougris, au visage ridé, qui ignorent toute mise en valeur du sol, ne vivent guère que du renne, l'attellent à leurs traîneaux, mangent sa chair, boivent son lait et de sa peau font leurs vêtements.

On voit quelle variété d'observations offrent ces régions du Nord. Mais ce qui, par-dessus tout, y exhale l'âme du voyageur, c'est la grandeur et l'incomparable beauté de la nature physique. Nous avons tous emporté de la soirée et de la nuit passées au Lyngenfjord un inoubliable souvenir : là, le long des montagnes qui bordent le fjord et des immenses champs de glace qui, du haut des cimes, descendent jusqu'à la mer, nous est apparu, dans toute sa pureté et sa magnificence, le soleil de minuit. Il faut renoncer à dire l'extraordinaire lumière dont, avant l'apparition de l'astre, l'atmosphère semblait embrasée. Nos paysages de l'Europe moyenne ne nous fournissent à ce sujet aucun terme de comparaison, et notre langue, faite pour exprimer nos sensa-

¹ Bergen, Stavanger et Christiania sont, en ce qui concerne spécialement la chasse aux baleines, les principaux ports d'armement.

tions ordinaires et décrire la nature qui nous environne, manque de mots qui puissent s'appliquer à ce que nous avons, en ces heures de délices, ou le bonheur de voir.

Nos pérégrinations dans le Nord ont eu pour limite, à l'est du cap Nord, le Portsangerfjord. Au retour, nous avons fait halte au glacier du Svartissen, et la plupart des voyageurs en ont escaladé les pentes.

Au sud du cercle polaire, nous avons fait l'ascension du Torgbatten, afin d'étudier le curieux tunnel naturel auquel la montagne doit sa célébrité, et de prendre une idée du « jardin de récifs » qui l'entoure. Mais, dans toute la partie non boréale de la Norvège, nous nous sommes surtout attachés à explorer les fjords, l'intérieur des terres et les villes. Sur le grand fjord de Trondhjem nous avons visité la ville du même nom, et de là les sommes allés en voiture à travers la campagne jusqu'aux gigantesques cascades de Lerfossen. Dans le Moldefjord, nous avons vu Molde; dans le Romsdalsfjord, Andalness et l'admirable vallée du Romsdal jusqu'à Flatmark; dans le Nordalsfjord, le Sognefjord, le Joringfjord, Mørk, Hellesylt, Bjerke; dans le Sognefjord, Mundal au pied de l'immense glacier du Jostedal; Brø; dans le Nærøfjord, Gudvangen et toute la vallée jusqu'au sommet du Stalheim; dans le Hardangerfjord, Odda, d'où nous avons fait route en voiture jusqu'au célèbre et merveilleux site de Lofoten.

Ces promenades ont été charmantes. Elles nous ont montré les vallées ou plutôt les gorges étroites où le paysan norvégien trouve moyen de vivre. Rien n'égale de pittoresque de ces lieux. Des hauts plateaux chargés de neige tombent à pic des cascades d'eau blanche qui se pulvérisent et se diffusent dans l'atmosphère avant d'avoir atteint les rochers du fond. Tout ce brouillard s'y dépose, cependant, sous forme de tranquilles rivières ou de torrents impétueux, qui procurent à l'indigène un double bienfait : sur leurs rives, une herbe abondante et haute, dont il fera du fourrage; dans leur lit, d'énormes saumons venus des fjords. La capture de ces poissons est une des grandes occupations du paysan pendant l'été, et c'est à poser, perfectionner et surveiller des pièges qu'il semble consacrer le meilleur de son temps. Il a comme concurrents des sportsmen venus d'Angleterre et d'Ecosse et qui louent jusqu'à 1.000 francs par saison un kilomètre de rivière pour y pratiquer, — non par ruse, mais noblement, à la ligne, — la pêche des grands salmonides.

Dans les grandes villes du Sud, à Bergen, à Stavanger, à Christiania, nous avons surtout porté notre attention sur les habitants, leurs industries, leur commerce, et visité les musées. A Bergen, l'intérêt ordinaire de cette cité si active se trouve relégué cette année par une exposition nationale très bien aménagée, où le peuple norvégien a, du nord au sud, rassemblé tous les produits de son activité : le promeneur y étudie facilement la vie entière du pays, celle de l'agriculteur, du forestier, du mineur, du pêcheur, du chasseur d'animaux à fourrures, de l'industriel et du commerçant. Cette exposition comprend une section internationale relative à la pêche et à la navigation; nous y avons remarqué, comme particulièrement bien représentés, les Etats-Unis d'Amérique, le Japon et la Tunisie.

Après avoir visité toutes les curiosités de la ville et fait une excursion à Fantoft, quelques-uns de nos touristes ont été voir la Station Zoologique, et, sous la conduite bienveillante du très distingué Dr Hansen, cette espèce de musée des horreurs qu'on nomme l'hôpital des lépreux.

La visite de Christiania, par laquelle nous avons terminé notre voyage, a contrasté de la façon la plus saisissante, avec toutes celles que nous venions de faire. Là, plus de maisons de bois, mais de belles constructions en briques et en pierre, qui, dès l'abord, annoncent la grande capitale, des voies forrées rayonnant de ce centre vers les autres parties du royaume et vers la Suède, des entrepôts, des usines, de grands chantiers de construction, et, aux alentours, une campagne riante et gaie, de verdoyantes prairies, des collines boisées, des jardins, des châteaux qui disent la richesse de la bourgeoisie commerçante. Des hauteurs qui dominent la ville se découvre son admirable fjord, très différent de ceux que nous venions de voir dans le Nord, non plus sauvage, mais gracieux et doux, malgré sa grandeur, et comme empreint d'inaltérable sérénité.

Ainsi que le lecteur l'a peut-être remarqué déjà, cet ensemble de pérégrinations d'abord dans la région polaire, puis, plus au sud, dans les fjords, les campagnes et les villes, avait été combiné de façon à ce qu'aucun trait essentiel du monde norvégien ne pût échapper au voyageur attentif, depuis le sol même du pays jusqu'aux conditions d'existence et à la vie morale des habitants.

Pour aider le touriste à s'instruire de ces choses, nous avions disposé, dans le salon d'avant du navire, une bibliothèque concernant la Norvège et un petit musée où se trouvaient réunis les principales roches, les principaux minerais, les principaux animaux du pays; nous y avions exposé aussi des cartes géographiques à grande échelle et des tableaux destinés à montrer la distribution des pêches norvégiennes dans l'Atlantique et l'Océan Boréal. Ces tableaux avaient été dressés, pour notre croisière, par M. Eugène Canu, directeur de la Station aquicole de Boulogne-sur-Mer; et ce savant avait eu aussi l'obligeance de rédiger, au sujet de ces cartes, quelques commentaires que nous avons distribués, sous forme de brochure, à tous les touristes. Je suis heureux de le remercier ici d'un concours qui fut, à bord, unanimement apprécié.

Mais c'est surtout à mes savants collaborateurs et très chers amis, MM. J. Thoulet et de Guerne, que nous devons d'avoir pu, à chaque instant, nous éclairer sur tout ce qui suscitait notre curiosité. Non contents de prodiguer leur savoir à tout venant et en toute occasion avec une bonne grâce exquise, ils ont bien voulu s'astreindre à nous faire le soir une série de conférences méthodiquement enchaînées sur le climat de la Norvège, la géologie du pays et la formation des fjords, les phénomènes glaciaires, l'océanographie des côtes tant sur l'Atlantique que dans la région polaire, la distribution, en ces parages, des animaux marins, et en particulier des poissons comestibles, dont la venue, les migrations, le degré d'abondance se trouvent sous l'étroite dépendance des profondeurs marines, de la température des eaux et de la vitesse des courants. Nous ne saurions entreprendre de résumer ici ces magistrales leçons, si chaleureusement applaudies, qui nous ont donné en quelque sorte la clef du monde norvégien et fait comprendre, en même temps que la nature physique, la vie économique du pays. Tous les auditeurs ont goûté le charme et senti l'intérêt de cet attrayant enseignement, et j'ai la conviction de traduire leurs sentiments unanimes en exprimant à MM. J. Thoulet et J. de Guerne à la fois la reconnaissance des touristes et la mienne.

Louis Olivier.

LE TRANSPORT ÉLECTRIQUE DE LA PUISSANCE MÉCANIQUE

Le transport de l'énergie mécanique d'un point à un autre est un des problèmes fondamentaux de l'industrie¹ : les machines les plus simples et les plus anciennes, le levier, la poulie, le moufle, sont déjà des systèmes qui, dans des cas très particuliers, permettent de pareils transports. Mais, avec le développement toujours croissant des arts mécaniques, la nécessité de transmissions d'énergie plus importantes et plus lointaines s'est bientôt fait sentir : d'abord, dans l'intérieur des ateliers, le problème fut résolu par l'emploi des arbres de transmission et des courroies ; puis il fallut bientôt s'étendre encore et utiliser dans une usine l'énergie produite au dehors, à une distance plus ou moins grande. Ce fut alors qu'apparut le système des câbles téléodynamiques, imaginé par Hirn, en 1850, qui permit d'établir, dans des conditions suffisantes de rendement, des transports d'énergie mécanique à plusieurs centaines de mètres de distance ; ce système se développa rapidement et rendit d'importantes services.

D'autre part, des besoins d'une nature un peu différente se faisaient sentir dans la plupart des grandes villes ou des grands centres industriels : là, il faut non seulement transporter, mais encore distribuer l'énergie mécanique ; il faut, si l'on veut éviter la multiplication des installations isolées et coûteuses, que chaque usine, chaque atelier, chaque logement d'ouvrier même, pour pousser les choses à l'extrême, reçoivent leur part, grande ou petite, de la puissance motrice fabriquée en grand dans une importante usine génératrice où l'on pourra accumuler les meilleures conditions économiques et tous les avantages d'une grande installation. Devant un tel programme, l'application des transmissions par câbles est en défaut : l'air comprimé, l'eau sous pression peuvent alors être utilisés avec avantage. Nous n'avons pas à étudier et à discuter ici les mérites et les inconvénients de ces différents systèmes ; aussi bien, soit dans le cas de transport d'énergie d'un point à un autre, soit dans celui de la distribution d'énergie par rayonnement autour d'un centre, la question a pris une face entièrement nouvelle le jour où a été découverte la *réversibilité* de la machine dynamo-électrique : une *génératrice*, transformant l'énergie mécanique disponible en énergie électrique ; une ou plusieurs *réceptrices* recevant cette énergie électrique et la transformant de nouveau en énergie

mécanique ; entre les deux, une ligne de cuivre assujettie seulement à être isolée, mais d'ailleurs se prêtant beaucoup mieux que les câbles téléodynamiques à passer partout, à franchir tous les obstacles et, par conséquent, à aller chercher l'énergie mécanique à ses sources les plus naturelles : les chutes d'eau ; tel est, résumé en quelques lignes, ce système si séduisant de la transmission électrique de la puissance motrice qui, depuis une quinzaine d'années, a éveillé tant d'espérances et qui, s'il n'a pas, comme quelques-uns le croyaient déjà, détrôné du jour au lendemain la machine à vapeur, est en train de prendre place parmi les grands systèmes industriels classiques.

Comme on l'a vu par ce qui précède, la question de la transmission de la force motrice peut être abordée à deux points de vue différents : transmission d'un point à un autre, ou distribution autour d'un centre unique et dans un certain rayon : c'est le premier seulement que nous étudierons dans ce qui va suivre.

I. — GÉNÉRALITÉS.

Le problème de la transmission électrique de la force motrice d'un point à un autre est un problème technique, mais c'est aussi, c'est surtout un problème économique. L'industriel qui a besoin, en un certain point B, de force motrice se trouve placé dans une alternative très simple : établira-t-il en B une machine à vapeur, où ira-t-il, au moyen d'un transport électrique, chercher en un point A, plus ou moins éloigné, la force motrice dont il a besoin ? Si nous laissons de côté les avantages accessoires, quoique très réels, du moteur électrique sur le moteur à vapeur : grande régularité de marche, simplicité d'entretien, absence de fumées et de cendres, etc., l'industriel en question se demandera simplement ceci : pour un même travail, un même nombre de kilogrammètres ou de cheval-heures¹ recueilli annuellement, la dépense annuelle sera-t-elle plus grande ou plus petite avec le transport électrique qu'avec la machine à vapeur ? Quelle que soit l'élégance de la solution électrique du transport de la force motrice, quelle que soit, au point de vue théorique, la perfection de cette solution, on peut être assuré que, si l'économie est du côté de la machine à vapeur, le transport électrique restera une curiosité de laboratoire et ne pénétrera pas dans la grande industrie : nous voudrions, dans cette étude,

¹ Consulter à ce sujet l'article de M. Unwin sur les récents progrès de la Mécanique *Revue générale des Sciences*, t. III, p. 843.

¹ 1 cheval-heure vaut $75 \times 3.600 = 270.000$ kilogrammètres.

donner au moins quelques éléments permettant d'aborder la question ainsi posée.

Tout d'abord, il faut remarquer que l'alternative dont nous parlons plus haut ne se pose guère que lorsque la force motrice disponible en A est d'origine hydraulique : installer en A un moteur à vapeur, par exemple, aurait en général peu de raison d'être ; autant vaudrait le mettre tout de suite au lieu d'utilisation ; je ne veux pas dire qu'il ne puisse y avoir exceptionnellement lieu de faire un transport de ce genre, par exemple, dans le cas où l'on a besoin d'une force motrice importante dans une grande ville où les terrains sont chers, l'eau rare et coûteuse, les fumées non tolérées ; mais, dans la grande majorité des cas, c'est lorsque l'on a à sa disposition une force motrice hydraulique largement suffisante, que la question du transport électrique s'impose à la discussion. C'est ce que nous supposons dans ce qui va suivre.

II. — RENDEMENT D'UNE TRANSMISSION ÉLECTRIQUE.

Lorsqu'on étudie une transmission électrique, la première question qui se présente est celle du rendement : si nous avons une puissance P disponible à la station de départ, combien arrivera-t-il à la station d'arrivée ? Les pertes sont de trois espèces différentes : pertes dans la génératrice, pertes dans la réceptrice, pertes dans la ligne.

Admettons, pour fixer les idées, que l'on perde 10 % dans la génératrice, 10 % dans la réceptrice : ce sont des proportions qu'il est courant d'atteindre aujourd'hui. Que perdra-t-on dans la ligne ? On démontre aisément que la perte relative dans la ligne (rapport de la perte à la puissance disponible) est donnée par la formule :

$$\bar{p} = \frac{RP r_g^2}{E^2}, \quad (1)$$

R étant la résistance de la ligne (exprimée en ohms) ;

P, la puissance disponible (exprimée en watts ¹) ;

E, la tension de la génératrice (exprimée en volts) ;

r_g , le rendement de la génératrice.

Pour bien montrer l'application de cette formule, supposons que l'on ait une puissance de 100 chevaux, c'est-à-dire de 73.600 watts disponible ; que la résistance de la ligne soit de 10 ohms, la tension au départ de 4.000 volts et le rendement de la génératrice 0,9 ; la perte relative sera :

$$\frac{10 \times 73.600 \times 0,81}{16.000.000} = 3,7 \, \text{\%}.$$

¹ 1 watt = $\frac{1}{736}$ cheval = environ 0,1 kilogrammètre par seconde.

On voit immédiatement que, pour diminuer autant que possible cette perte, on a intérêt : 1° à élever autant que possible la tension de la génératrice ; 2° à diminuer autant que possible la résistance de la ligne.

Par quoi sera limitée l'élévation de la tension ? Si nous mettons à part les dangers des hautes tensions, dangers de foudroiement qui existent dès qu'il y a quelques milliers de volts et qu'on peut toujours éviter en prenant des précautions convenables, la seule limite à l'élévation croissante des tensions réside dans les difficultés d'isolement soit des machines, soit de la ligne, qui croissent très rapidement avec la tension, beaucoup plus rapidement que la tension elle-même. Les déperditions électriques d'un conducteur électrique peuvent se faire de deux manières bien différentes, soit par *conduction*, soit par *disruption* ; des isolants médiocres exposent surtout aux pertes par conduction : ce sont de véritables fuites, comme il s'en produirait si l'on engageait de l'eau sous pression dans des canalisations en terre poreuse, pertes lentes, silencieuses, souvent inaperçues, mais d'autant plus à redouter qu'elles augmentent elles-mêmes le défaut qui les a créées ; l'air humide, ou plutôt l'humidité qui se dépose sur les supports des lignes, est la principale cause de ces pertes. Mais, même sur des isolateurs parfaits, même dans un air absolument sec, l'élévation des tensions peut donner lieu, sous forme d'étincelles ou d'aigrettes, à des décharges *disruptives* qui, si nous revenons à notre comparaison de tout à l'heure, correspondraient à la rupture brusque d'un tuyau très imperméable, très dur même, mais fragile et cassant ; les isolants ont plus ou moins une *fragilité électrique*, bien différente de leur conductibilité imparfaite, qui expose également à des pertes dès que l'on atteint des tensions un peu élevées ; ces phénomènes étaient autrefois du domaine de l'électricité statique, et l'on n'aurait jamais songé à craindre des décharges disruptives dans l'emploi des courants ; aujourd'hui, toute la gamme des tensions s'est complétée entre les piles qui donnent quelques volts et les machines statiques qui en donnent des centaines de mille, et les techniciens commencent à rencontrer sur leur chemin ces phénomènes de décharge, d'étincelles, d'aigrettes qui, jusqu'alors, n'étaient guère sortis des laboratoires. Toutes ces raisons limitent l'élévation des tensions qu'on peut employer pratiquement ; en fait, on n'a guère dépassé 20.000 volts en service courant.

Quant à la résistance de la ligne, on peut la diminuer autant qu'on le veut en augmentant suffisamment sa section et, par suite, son poids et son prix ; si d est la distance en kilomètres qui sépare les deux stations, le poids, exprimé en tonnes, d'une

ligne à deux conducteurs reliant ces deux stations est :

$$\omega = \frac{0,7d^2}{R}, \quad (2)$$

R étant la résistance totale de la ligne exprimée en ohms. Par exemple, si nous voulons établir entre deux stations distantes de 10 kilomètres une ligne ayant une résistance de 10 ohms, le poids de cette ligne sera :

$$\pi = \frac{0,7 \times 100}{10} = 7 \text{ tonnes,}$$

et, si nous évaluons le cuivre à 2.000 francs la tonne, le prix de cette ligne sera de 44.000 francs.

Il est à remarquer que, toutes choses égales d'ailleurs, le poids, et par conséquent le prix d'une ligne, sont proportionnels au carré de la distance à franchir et non pas à cette distance elle-même; c'est là la véritable origine des difficultés économiques que l'on rencontre dans les transmissions à grande distance.

En combinant les formules (1) et (2), nous trouvons :

$$\pi = \frac{0,7}{p} \frac{d^2 Pr_0^2}{E^2}. \quad (3)$$

On voit que, pour une distance, une puissance et une tension données, le poids, et par suite le prix de la ligne, varient en raison inverse de la perte consentie dans cette ligne : si l'on consent à perdre beaucoup, on économisera sur le cuivre; si l'on veut réduire les pertes, on sera au contraire amené à immobiliser, sous forme de métal conducteur dans la ligne, un capital de plus en plus considérable. Il y a là une alternative que l'art de l'ingénieur devra discuter avec soin. Un illustre savant anglais, lord Kelvin, qui n'a jamais dédaigné d'aborder et de résoudre des questions de pure pratique, a donné la règle précise qui devait indiquer le parti à prendre dans ce cas délicat : *Pour réaliser l'économie maximum, il faut que le prix de l'énergie perdue annuellement sous forme de chaleur dans la ligne, soit égal à l'intérêt et amortissement du capital engagé sous forme de cuivre dans la ligne.*

La quantité d'énergie perdue par seconde dans la ligne est, d'après la loi de Joule, égale à RI^2 , I étant l'intensité du courant exprimé en ampères; le prix de l'énergie perdue annuellement dans la ligne est donc proportionnel à RI^2 : nous le représenterons par :

$$kRI^2.$$

Le poids, et, par conséquent, le prix de la ligne (formule 2) est proportionnel à $\frac{d^2}{R}$; il en est donc de même de l'intérêt et amortissement de ce prix; nous représenterons cet intérêt et amortissement par $k' \frac{d^2}{R}$.

On doit donc avoir, en appliquant la règle de lord Kelvin :

$$kRI^2 = k' \frac{d^2}{R}.$$

D'où :

$$RI = \sqrt{\frac{k'}{k}} d.$$

Mais on sait que la résistance d'un fil est proportionnelle à sa longueur et en raison inverse de sa section :

$$R = k'' \frac{d}{s}.$$

D'où :

$$\frac{I}{s} = \frac{1}{k''} \sqrt{\frac{k'}{k}} = \text{constante.}$$

Ainsi, la loi de lord Kelvin nous amène à ce résultat remarquable :

Pour obtenir d'un transport électrique les meilleures conditions économiques, le quotient de l'intensité du courant par la section de la ligne (densité du courant, nombre d'ampères par centimètre carré par exemple) doit avoir une valeur bien déterminée dépendant du prix du cuivre, du prix de l'énergie mécanique, du taux d'intérêt et d'amortissement, mais tout à fait indépendant de la distance¹.

Enfin, la règle de lord Kelvin, déterminant la perte à adopter dans la ligne, détermine par cela même le rendement total de la transmission : de telle sorte qu'au point de vue économique il existe un rendement et un seul plus avantageux que tous les autres.

III. — CALCUL D'UNE TRANSMISSION ÉLECTRIQUE; FRAIS DE PREMIER ÉTABLISSEMENT.

Les principaux éléments d'un transport de force motrice sont maintenant faciles à déterminer. La tension au départ sera choisie arbitrairement, aussi élevée que possible, comme il a été dit plus haut. L'intensité du courant de transport s'en déduit immédiatement, puisque le produit de cette intensité par la tension doit être égal (au rendement près de la génératrice) à la puissance à transmettre. La règle de lord Kelvin fait alors connaître la meilleure densité de courant à adopter (quotient de l'intensité par la section¹); comme on

¹ La formule complète qui donne cette densité est la suivante :

$$\frac{I}{s} = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{0,7 \alpha a}{100 p N}},$$

dans laquelle α représente le prix de la tonne de cuivre, a le taux d'intérêt et d'amortissement, p le prix du watt-heure, N le nombre d'heures de marche annuelle. Pour prendre un exemple concret, emprunté à la transmission du Niagara, en comptant le cuivre à 1.350 francs la tonne, l'intérêt à 3 % et le prix du cheval-an à 75 francs, on trouve que la meilleure densité économique est d'environ 55 ampères par centimètre carré.

connait l'intensité, on en déduit immédiatement la section à donner au fil de ligne, et par conséquent le poids de cette ligne.

Ces principaux éléments étant ainsi fixés, on peut établir approximativement le devis des frais de première installation. Nous distinguerons la partie électrique et la partie hydraulique.

§ 1. — Partie électrique.

1^o *Machines*. — Il est impossible de donner d'une manière exacte le prix des machines électriques. Pour les machines un peu importantes, on ne se trompera pas beaucoup en les évaluant de 100 à 150 francs par kilowatt. Cette donnée permettra de calculer le prix de la génératrice ; à cause des pertes en ligne, il sera logique de prendre la réceptrice d'un type un peu moins puissant, et par conséquent le prix de la réceptrice sera un peu moins élevé que celui de la génératrice ; mais, dans un avant-projet, il vaudra mieux ne pas tenir compte de cette petite économie possible.

2^o *Ligne*. — Nous avons vu plus haut comment on évaluait le poids du cuivre de la ligne ; on en déduira immédiatement, suivant le cours du cuivre, le prix de cette ligne ; nous observerons seulement qu'on devra employer du cuivre électrolytique de haute conductibilité, et par conséquent de prix plus élevé que le cuivre ordinaire.

Au prix du cuivre, il faut évidemment ajouter le prix des supports et des isolateurs destinés à soutenir la ligne ; en plaçant un poteau tous les cinquante mètres, et en évaluant à 25 francs le prix d'un poteau muni de ses isolateurs, le prix par kilomètre sera de 500 francs.

Pour donner une idée de l'ordre de grandeur des dépenses ainsi engagées, nous appliquerons les principes précédents à un transport de 200 chevaux à 10 kilomètres de distance, sous une tension de 4.000 volts. Nous admettrons qu'on perde 10 % dans la génératrice, 7,5 % dans la réceptrice, et que la règle de lord Kelvin ait amené à perdre 12,5 % dans la ligne, ce qui correspond à une perte finale de $10 + 7,5 + 12,5 = 30$ %, ou à un rendement de 70 %, qui est parfaitement acceptable.

La formule (3) nous donne alors pour le poids de la ligne :

$$\omega = \frac{0,7 \times 100 \times 200 \times 736 \times 0,81}{0,125 \times 16.000.000} = 1,17 \text{ tonnes.}$$

En comptant le cuivre à 2.000 francs la tonne, le prix du cuivre sera 8.340 francs.

Si nous ajoutons le prix des poteaux et isolateurs, qui sera de $500 \times 10 = 5.000$, nous trouvons pour prix total de la ligne :

13.340 francs.

En comptant les machines génératrices et récep-

trices à raison de 100 francs le kilowatt, le prix de la génératrice sera de

$$200 \times 736 \times 100 = 14.700 \text{ francs.}$$

Celui de la réceptrice sera un peu plus faible, mais nous ne tiendrons pas compte de cette économie possible, en sorte que le prix des machines sera :

$$2 \times 14.700 = 29.400 \text{ francs.}$$

Le prix total de l'installation électrique, machines et lignes, sera :

$$13.340 \times 29.400 = 52.740 \text{ francs.}$$

Ajoutons 5 % pour l'appareillage, les instruments de mesure, etc., nous aurons finalement

$$54.870 \text{ francs}$$

pour le prix de l'installation électrique. Moyennant cette dépense, nous recueillerons à l'arrivée 200 chevaux moins les 30 % de perte, c'est-à-dire 140 chevaux. Le prix d'installation sera donc $\frac{54.870}{140} = 320$ francs par cheval utile transporté à la station d'arrivée.

Le prix de la même installation à 1.000 volts serait de 168.370 francs, soit 1.200 francs par cheval utile à la station d'arrivée.

Cet exemple suffit à montrer comment il faudra aborder le problème pour d'autres distances, d'autres tensions, etc. ; en particulier, il met bien en évidence le grand avantage économique des hautes tensions.

§ 2. — Partie hydraulique.

Pour bien des esprits trop superficiels, un des principaux avantages du transport électrique de la force motrice, dans le cas des chutes d'eau, consiste en ce que la puissance utilisée au départ est entièrement gratuite. Il suffit de réfléchir quelques instants pour voir qu'il est loin d'en être ainsi : il a fallu aménager les chutes, construire des barrages, des tunnels, des conduites forcées, installer des turbines, bien souvent aussi acquérir les chutes elles-mêmes, qui commencent presque partout à avoir une valeur considérable, même lorsqu'elles ne sont pas utilisées ; il y a là un capital important que l'on a dû engager, et dont l'intérêt et l'amortissement constituent une dépense annuelle, au même titre que le charbon brûlé dans une machine à vapeur.

Pour permettre encore, comme plus haut, une discussion approfondie sur les avantages du transport électrique, nous donnerons, à titre d'exemple, les prix d'installation relatifs à quelques chutes réellement existantes et utilisées. On y trouvera des données pour les cas semblables qui peuvent se présenter :

1^o Département de l'Isère.

Chute de 100 mètres; débit : 4.000 litres par seconde; puissance utile, 4.000 chevaux :

Prix d'acquisition de la chute . . .	300.000 francs.
Barrage, canal et conduite.	250.000 —
Bâtiment et fondations	50.000 —
20 turbines de 200 chevaux chacune. .	80.000 —
	680.000 francs.

soit 170 francs par cheval utile sur l'arbre des turbines.

2^o Département du Jura.

Chute de 2 mètres; débit : 15.000 litres par seconde; puissance utile : 300 chevaux :

Prix d'acquisition de la chute . . .	45.000 francs.
Canal et bâtiment.	150.000 —
3 turbines de 100 chevaux chacune. .	30.000 —
	225.000 francs.

soit 750 francs par cheval utile sur l'arbre des turbines.

Nous avons à dessein choisi ces deux exemples comme étant particulièrement caractéristiques des hautes chutes et des basses chutes : il suffit de jeter un coup d'œil sur les données qui précèdent pour voir apparaître immédiatement l'avantage des hautes sur les basses; cet avantage s'explique facilement : dans le premier cas, un simple filet d'eau donne la même puissance qu'une masse d'eau considérable dans le second; et par conséquent, sans entrer dans des détails qui sont du ressort de l'ingénieur hydraulicien, nous pouvons prévoir que le volume, le poids, et par suite le prix de tout le matériel employé dans l'installation sera beaucoup plus faible dans le premier cas que dans le second. Il suffit d'avoir pénétré dans une usine qui utilise de hautes chutes¹ pour être frappé des petites dimensions des turbines les plus puissantes; et au contraire les usines situées sur des basses chutes sont obligées d'avoir des turbines énormes, très encombrantes et beaucoup plus coûteuses. Comme exemple des premières, nous citerons les papeteries de Lancey, près Grenoble, où depuis de longues années déjà l'initiative d'un industriel audacieux et éclairé, M. A. Bergès, a réalisé des chutes de 500 mètres qui fonctionnent d'une manière très régulière; comme exemple des secondes, nous rappellerons les magnifiques installations hydrauliques de la ville de Genève qui utilisent une chute de quelques mètres sur le Rhône.

Nous donnerons encore quelques renseignements sur une autre installation hydraulique située dans la Haute-Savoie; la hauteur de chute disponible dans cette installation est de 140 mètres;

le débit moyen de 8.000 litres par seconde, ne tombant jamais au-dessous de 4.000 litres par seconde. La puissance disponible pendant les trois quarts de l'année est de 11.000 chevaux, et, pendant les mois d'hiver, de 6.000 environ. La valeur de cette chute est estimée à 300.000 francs, les travaux d'installation à 500.000 francs; ces travaux comprennent les prises d'eau et leurs vannes, les barrages, les chambres de décantation des sables, les tunnels (l'un de 600 mètres, l'autre de 650 mètres, ayant 2 mètres de hauteur et 2^m.50 de largeur), le canal à ciel ouvert et les deux conduites en tôle d'acier de 1^m.40 de diamètre et 500 mètres de longueur. A cela il faut ajouter le prix des turbines. Si nous évaluons le prix de ces turbines à 11.000 francs, le prix total de l'installation hydraulique sera de 910.000 pour 11.000 chevaux, c'est-à-dire environ 83 francs par cheval.

IV. — COMPARAISON AVEC LA MACHINE A VAPEUR.

Pour permettre la comparaison que nous avons en vue entre le transport électrique et la machine à vapeur, nous donnerons quelques nombres relatifs à cette dernière.

1^o Installation d'une machine à vapeur de 100 chevaux :

Machine	20.000 francs.
Chaudière et accessoires	20.000 —
Bâtiment et fondations.	10.000 —
	50.000 francs.

soit 500 francs par cheval;

2^o Installation d'une machine à vapeur de 300 chevaux :

Machine	50.000 francs.
Chaudière et accessoires	50.000 —
Bâtiment et fondations	20.000 —
	120.000 francs.

soit 400 francs par cheval.

3^o Installation d'une machine à vapeur de 1.000 chevaux :

Machine	100.000 francs.
Chaudière et accessoires	150.000 —
Bâtiment et fondations	50.000 —
	300.000 francs.

soit 300 francs par cheval.

Mais les prix de première installation ne sont pas les seuls éléments du problème. Il faut évidemment y faire intervenir le prix du charbon, le nombre d'heures de marche annuelle, et la consommation spécifique de la machine en kilogrammes de charbon par cheval-heure. Si le charbon est cher, qu'il faille marcher jour et nuit, que la consommation spécifique soit élevée, il y a des chances pour que le transport électrique ait des avantages; dans le cas contraire, la machine à vapeur reprend ses droits. Mais pour ne pas rester dans le vague, une

¹ On va actuellement jusqu'à 500 ou 600 mètres de hauteur verticale.

discussion plus serrée s'impose. Quelles sont, dans chacun des deux cas, les dépenses annuelles? Dans le premier (installation hydro-électrique), cette dépense annuelle se réduit à l'intérêt et à l'amortissement du capital engagé, puisque, toutes les dépenses d'installation faites, il est bien vrai de dire que l'eau ne coûte rien. Dans le second (machine à vapeur), la dépense annuelle se compose : 1° de l'intérêt et de l'amortissement du capital engagé; 2° du prix du charbon brûlé. Une simple comparaison montrera de quel côté est l'avantage.

Nous appliquerons les données numériques trouvées plus haut à deux cas particuliers. Supposons qu'on ait besoin de 120 chevaux à la station d'arrivée.

1^{re} hypothèse. — L'installation électrique est faite à 4.000 volts; la chute d'eau disponible appartient à la catégorie des hautes chutes et l'on a besoin de la force motrice jour et nuit, c'est-à-dire 8.760 heures par an.

1^{re} Dépense annuelle dans le cas de l'installation hydro-électrique :

Prix de l'installation électrique. . .	44.770 francs.
Prix de l'installation hydraulique (200 chevaux à la station de départ, à 170 fr. par cheval)	31.000 —
Prix total	75.770 francs.
Intérêt et amortissement à 10 % . .	7.877 —

2^e Dépense annuelle dans le cas de la machine à vapeur :

Prix d'installation : $140 \times 500 = 70.000$ francs.
Intérêt et amortissement à 10 % : 7.000 francs.
Nombre de cheval-heures annuel : $140 \times 8.760 = 1.226.400$.
Poids du charbon brûlé annuellement : 1.230 tonnes.
Prix du charbon (à 30 fr. la tonne) : 36.900 francs.
Dépense annuelle totale : $7.000 + 36.900 = 43.900$ francs.

En résumé, la dépense annuelle dans le cas d'un transport hydro-électrique est de 7.900 francs environ; dans le cas de la machine à vapeur, elle est de 43.900 francs; la première solution amène donc une économie annuelle de 36.000 francs, presque 100 francs par jour.

2^e hypothèse. — L'installation électrique est faite à 1.000 volts; la chute utilisée appartient à la catégorie des basses chutes; et l'on n'a besoin de la force motrice que 3.000 heures par an.

1^{re} Dépense annuelle dans le cas de l'installation hydro-électrique :

Prix de l'installation électrique . .	168.370 francs.
Prix de l'installation hydraulique (200 chevaux à la station de départ, à 750 fr. par cheval), . . .	150.000 —
Prix total.	318.370 francs.
Intérêt et amortissement à 10 % . .	31.800 —

2^e Dépense annuelle dans le cas de la machine à vapeur :

Prix d'installation : $140 \times 500 = 70.000$ francs.
Intérêt et amortissement à 10 % : 7.000 francs.
Nombre de cheval-heures annuel : $140 \times 3.000 = 420.000$.
Poids du charbon brûlé annuellement : 420 tonnes.
Prix du charbon (à 30 fr. la tonne) : 12.600 francs.
Dépense annuelle totale : $7.000 + 12.600 = 19.600$ francs.

Ainsi, dans cette hypothèse, la dépense annuelle totale est de 31.800 francs, dans le cas de l'installation hydro-électrique, et 19.600 francs seulement dans le cas de la machine à vapeur : l'avantage reste à cette dernière.

Nous résumerons tout ce qui précède ainsi :

Hautes chutes, hautes tensions, charbon cher, marche ininterrompue, sont des circonstances à l'avantage du transport électrique.

Basses chutes, basses tensions, charbon abondant, marche intermittente, sont des circonstances à l'avantage de la machine à vapeur.

V. — LES SYSTÈMES EMPLOYÉS.

Devant les généralités qui précèdent, le choix du système de transmission à employer se réduit à une grande simplicité : toute combinaison qui permettra d'élever la tension et de réduire le poids de la ligne sera bonne. Comme on le sait, deux grands systèmes sont en présence et ont chacun leurs partisans et leurs détracteurs : les courants continus et les courants alternatifs. Les premiers ont pour eux l'avantage de l'âge, si l'on peut s'exprimer ainsi; la machine Gramme, qui a révolutionné l'électrotechnique moderne, est une machine à courants continus, et c'est à elle seule que pendant bien longtemps on a demandé la solution du problème qui nous occupe. Ce que nous en avons dit permet de prévoir dans quel sens on a cherché à la perfectionner : je veux dire la réalisation des hautes tensions; en théorie, rien n'empêche d'élever autant qu'on le veut la tension d'une machine donnée; l'âme de fer de la partie tournante, de l'anneau ou du tambour comme on l'appelle, a des dimensions fixées uniquement par la puissance de la machine, la vitesse qu'on s'impose, et l'état magnétique ou, en termes plus techniques, l'induction qu'on ne veut pas dépasser pour le fer; en dehors de cela, les deux facteurs, tension et intensité, dont le produit représente la puissance de la machine, peuvent recevoir toutes les valeurs que l'on veut, pourvu que leur produit reste constant et égal à la puissance qu'on s'est imposée : veut-on une faible tension et une grande intensité, peu de volts et beaucoup d'ampères, on mettra peu de spires d'un fil très gros sur l'âme de l'induit; veut-on, au contraire, comme dans le cas qui nous occupe, une haute tension et une faible intensité,

¹ En admettant une consommation spécifique de 1 kilo de charbon par cheval-heure.

on mettra beaucoup de spires d'un fil très fin : ainsi donc, aucune difficulté de principe ne s'oppose à la réalisation des machines à courant continu et à haute tension ; en pratique, on sera arrêté par des difficultés d'isolement. La dynamo à courant continu comporte un organe délicat, le collecteur, qui oblige à placer côte à côte, séparées par un mince isolant, un grand nombre de touches métalliques à la périphérie d'un cylindre ; pour que l'isolant résiste, pour que des fuites, des étincelles ne se produisent pas d'une touche à l'autre, il ne faut pas que la tension soit trop grande entre ces deux touches ; de là la nécessité, pour des tensions élevées, de multiplier beaucoup le nombre des touches, pour répartir sur un plus grand nombre la tension que doit produire la machine. Sans entrer dans plus de détails, on voit que la production des hautes tensions par les machines à courant continu devient surtout une question d'habileté de construction : et de fait, certains constructeurs se sont fait des réputations méritées dans ce sens : des dynamos de 3.000 à 4.000 volts fonctionnent parfaitement aujourd'hui ; on peut en accoupler plusieurs de manière à ajouter leurs tensions, et les partisans du courant continu, qui sont encore nombreux malgré les brillants succès de l'alternatif, n'hésitent pas à prévoir des transports à 20.000 volts en continu.

Mais, il faut bien le dire, la mode semble être aujourd'hui à l'alternatif. Le courant alternatif est au courant continu ce que les oscillations des marées sont au courant d'un fleuve. Les machines qui les produisent et qui portent le nom d'alternateurs sont plus simples et plus robustes que les machines à courants continus : la raison en est que naturellement, et si l'on n'a pas recours à un artifice (le collecteur est justement un de ces artifices inventé par le génie de Gramme), les phénomènes d'induction électromagnétique utilisés dans les machines produisent des courants alternatifs : recueillir directement ces courants, c'est supprimer la partie délicate de la machine Gramme, le collecteur, pour n'en conserver que la partie robuste, le fer et les enroulements, qu'il est bien plus facile d'isoler ; c'est simplifier la machine électrique, et non pas la compliquer. Aussi la construction d'alternateurs à haute tension a-t-elle fait des progrès beaucoup plus rapides, et s'est-elle généralisée beaucoup plus que celle des dynamos à haute tension ; à cette première raison de supériorité des courants alternatifs sur les courants continus s'en ajoute une autre, la facilité d'élever encore leur tension au moyen d'appareils très simples, dont toutes les parties restent immobiles : les transformateurs. Imaginons, sur un même noyau de fer, deux enroulements, l'un de

100 spires, l'autre de 1.000 ; envoyons dans le premier un courant alternatif sous la tension de 1.000 volts, nous recueillerons dans le second un courant alternatif d'intensité dix fois plus faible, il est vrai, mais sous la tension de 10.000 volts ; ces 10.000 volts, on aurait peut-être pu les produire directement au moyen d'un alternateur convenablement calculé, mais combien ne vaut-il pas mieux éviter les difficultés inhérentes aux hautes tensions dans une machine de grandes dimensions, tournante et par conséquent plus difficile à isoler, pour porter tous ses efforts sur l'isolement du transformateur, dont toutes les parties sont fixes, qu'on peut noyer dans l'huile si on le veut, et qui est bien moins délicat qu'une machine !

Il est vrai que, depuis quelques années, on réalise des alternateurs très remarquables où la partie tournante est une simple masse d'acier de forme convenable, sans aucun enroulement : toutes les bobines de ces machines sont fixes, et par conséquent on retrouve, en partie, les avantages et les facilités d'isolement des transformateurs. Il y a peut-être là une voie ouverte pour la production directe des hautes tensions : le transformateur est toujours un intermédiaire de plus, et il y a intérêt à s'en passer.

Nous serions suspect de partialité en n'indiquant que les beaux côtés des courants alternatifs ; ils ont aussi leurs inconvénients. Les moteurs à courants alternatifs sont d'un emploi beaucoup moins simple que celui des moteurs à courants continus ; ils présentent des difficultés de démarrage ou de mise en train que jusqu'ici on n'a pas entièrement surmontées : qu'il s'agisse de moteurs *synchrones*, dont la vitesse est dans un rapport rigoureusement constant avec celle de l'alternateur générateur, ou de moteurs *asynchrones*, dont la vitesse peut varier dans de certaines limites ; ces moteurs conviennent très bien pour des marches régulières, à pleine charge, sans arrêt et par conséquent sans mises en marche fréquentes ; dans le cas contraire, les moteurs à courant continu ont une supériorité marquée.

Mais ce dernier défaut semble avoir disparu par la découverte des courants alternatifs polyphasés : au point de vue de la production des hautes tensions, les courants polyphasés présentent exactement les mêmes avantages généraux que les courants alternatifs simples ; au point de vue du démarrage des moteurs (moteurs asynchrones), ils présentent à peu près les mêmes avantages que les courants continus. A cela, il faut ajouter une propriété remarquable de ces courants qui permet, en général, à puissance égale et à tension égale, de diminuer le poids et par conséquent le prix de la ligne de transport. Pour fixer les idées, tenons-nous-en à un

transport par courants triphasés; sans entrer dans des détails que les limites de ce travail ne comporteraient pas, nous rappellerons que les génératrices et les moteurs triphasés comprennent *trois bornes*, au lieu des deux bornes classiques qu'on est habitué à trouver dans tous les appareils électriques; que, par conséquent, il y aura *trois* fils de ligne au lieu de deux. Si E est la tension entre deux bornes quelconques de la génératrice, le courant dans les fils de ligne, on démontre que la puissance transportée dans ces conditions est :

$$P = EI\sqrt{3}.$$

Si R est la résistance d'un *seul* des fils de la ligne, la puissance perdue dans la ligne est :

$$3 RI^2.$$

Faisons le même transport à deux fils, avec du courant ordinaire (continu ou alternatif d'ailleurs); pour transporter la même puissance sous la même tension, il faudra un courant I' tel que :

$$P = EI'.$$

D'où :

$$I' = I\sqrt{3}.$$

Soit R' , dans ce cas, la résistance d'un *seul* des fils de ligne; la puissance perdue dans la ligne sera :

$$2 RI'^2 = 6 RI^2.$$

Si nous voulons que la perte soit la même dans les deux cas, on devra avoir :

$$3 RI^2 = 6 RI'^2.$$

D'où :

$$R = 2 R'.$$

De là il résulte immédiatement que, avec le courant triphasé, la section et par conséquent le poids de chaque fil sera deux fois plus petite qu'avec un courant ordinaire : si p est le poids d'un des fils du triphasé, le poids total de la ligne sera :

$$\begin{array}{l} 3 p \text{ dans le courant triphasé,} \\ 6 p \text{ dans le courant ordinaire.} \end{array}$$

L'économie de cuivre est donc, toutes choses égales d'ailleurs, de 25 % par l'emploi du courant triphasé.

Pour toutes ces raisons, on doit considérer que l'introduction des courants polyphasés dans l'industrie est un des plus grands progrès de l'électrotechnique moderne; et, en fait, la plupart des grandes installations qui se font actuellement adoptent comme base les systèmes polyphasés; comme, d'autre part, le courant continu ne perdra jamais ses avantages et devra toujours être réservé à certains cas spéciaux, l'ingénieur qui a à établir un transport de force motrice pourra hésiter entre les courants polyphasés et les courants continus ;

mais, dès maintenant, il semble que les courants alternatifs simples doivent être exclus des installations nouvelles : c'est ce qu'on a un peu trop oublié dans ces dernières années.

VI. — CONCLUSION.

L'étude qui précède a eu pour but de fixer d'une manière précise les limites de l'emploi du transport électrique de la puissance mécanique d'un point à un autre. On a vu que si le problème peut toujours être résolu par des moyens sûrs et élégants, l'étude économique de la question seule peut permettre de discuter, en connaissance de cause, l'opportunité d'un transport électrique. Nous avons essayé de donner, autant que le comportaient les limites de ce travail, la marche à suivre pour aborder cette étude; nous avons vu qu'en somme le transport électrique et la machine à vapeur répondent chacun à des besoins différents, à des circonstances spéciales, sans que, en cela comme en beaucoup d'autres choses, on puisse dire d'une manière absolue que l'un des deux systèmes est préférable à l'autre. Il est probable que la valeur relative de ces deux systèmes se maintiendra telle quelle encore un certain nombre d'années, tant que le prix du charbon ne s'élèvera pas sensiblement, tant que les tensions employées en électricité ne s'élèveront pas non plus : à ce point de vue, il était intéressant de fixer, à la date actuelle, cette valeur relative.

Nous n'avons, d'ailleurs, comme il a été dit en commençant, envisagé qu'une des faces du problème, la transmission de la force motrice d'un point à un autre; mais sa distribution, sa division dans les ateliers, qui amènera en peu de temps la suppression et l'oubli des arbres de transmission et des courroies, en dotant chaque machine-outil de son moteur individuel, constitue un autre aspect de la question au moins aussi important que le premier. L'Exposition universelle de 1900 sera la première manifestation où l'on pourra étudier sur une échelle grandiose ces systèmes de distribution; l'idée générale si intéressante qui a présidé à l'organisation de l'Exposition, et qui consiste à rapprocher partout les procédés de fabrication des objets fabriqués, imposait absolument cette dissémination de la force motrice dans toutes les parties, jusqu'aux plus reculées, de l'enceinte de l'Exposition; le transport électrique seul peut résoudre ce problème : ce sera, il n'en faut pas douter, sa consécration définitive.

Paul Janet,

Chargé de Cours

à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris,
Directeur du Laboratoire Central
et de l'École Supérieure d'Électricité.

LA VALEUR MORPHOLOGIQUE DU CORPS JAUNE

SON ACTION PHYSIOLOGIQUE ET THERAPEUTIQUE POSSIBLE¹

Quand le follicule ovarien s'est rompu et que l'ovule s'en est échappé, il se remplit ensuite d'un tissu particulier et devient le *corps jaune*. Le développement du corps jaune s'accomplit chez la femme en deux ou trois semaines, lors de chaque ovulation, en neuf mois dans le cas de fécondation et pendant la grossesse; puis, après cette période d'augment, le corps jaunes atrophie, devient fibreux et finit par n'être plus représenté que par une cicatrice, seule trace du follicule rompu.

Si l'on ouvre un traité classique, y cherchant l'interprétation physiologique de cette formation, on y lit que le corps jaune n'est qu'un simple bouchon destiné à obturer le follicule ovarien largement ouvert. Or, les travaux récents de Sobotta² sur l'origine et l'évolution du corps jaune des Mammifères, aussi bien d'ailleurs que l'examen histologique de corps jaunes complètement développés, disposent à penser que le corps jaune est plus qu'un simple bouchon, qu'il est un organe *sui generis* et un organe glandulaire. C'est là une vue nouvelle sur cette intéressante formation, encore si mal connue quant à sa valeur morphologique et à son rôle physiologique.

I

S'il s'agissait d'oblitérer purement et simplement le follicule, l'oblitération se ferait d'emblée par du tissu conjonctif, au lieu qu'il faut attendre l'atrophie du corps jaune pour assister à la transformation fibreuse, à la cicatrisation de l'ancien follicule.

D'ailleurs, on peut affirmer, pour les raisons positives suivantes, que le corps jaune est bien une glande.

En premier lieu, il se développe aux dépens de l'épithélium folliculaire même (Sobotta), et non pas, comme l'admettait l'opinion classique, du tissu conjonctif de l'enveloppe du follicule; il est donc d'origine épithéliale. C'est là une forte présomption en faveur de sa nature glandulaire, car les cellules épithéliales, qui se disposent en un organe texturé comme le corps jaune, sont habituellement glandulaires.

En second lieu, les cellules du corps jaune ont

effectivement des caractères glandulaires qui se traduisent par la présence, dans leur corps cytoplasmique, d'enclaves encore peu connues, et par l'état réticulé du cytoplasma dû à la présence de ces enclaves. Du reste, une étude cytologique détaillée de ces cellules est encore à faire.

Enfin, les cellules du corps jaune complètement développé n'offrent qu'exceptionnellement des figures mitotiques; elles ne se divisent donc presque jamais. Sobotta, chez la Souris et le Lapin, n'en a trouvé que très rarement; encore celles qu'il a observées ne peuvent-elles être sûrement attribuées aux cellules glandulaires du corps jaune et peuvent-elles être rapportées tout aussi bien aux éléments conjonctifs qui accompagnent les vaisseaux et pénètrent avec eux dans la masse épithéliale du corps jaune. P. Bouin¹, par contre, chez le Cobaye, a rencontré dans le corps jaune un assez grand nombre de figures de division, qui appartenaient manifestement aux cellules épithéliales mêmes. Quoi qu'il en soit, la rareté des figures de division dans les cellules du corps jaune est un bon caractère de la nature glandulaire de ces cellules.

La glande du corps jaune est dépourvue de canal excréteur et, par contre, très abondamment vascularisée. Ce sont là les signes par lesquels les histologistes caractérisent une glande à sécrétion interne, déversant ses produits dans le milieu intérieur de l'organisme, dans le sang.

D'ailleurs, la ressemblance histologique du corps jaune est grande avec des organes reconnus pour être des glandes à sécrétion interne exclusive ou prédominante, avec le lobule hépatique, avec les glandules thyroïdienne et thyrique, l'hypophyse². Un histologiste, même exercé, s'il n'était préparé par une étude spéciale au diagnostic différentiel de ces organes d'avec le corps jaune, risquerait fort de les prendre l'un pour l'autre. Comme dans ces organes, le corps jaune est pourvu de nombreux vaisseaux capillaires sanguins, dans les mailles étroites desquels sont logées les cellules épithé-

¹ D'après une communication faite à la Réunion biologique de Nancy le 3 juin 1898.

² Sobotta: Ueber die Bildung des Corpus luteum bei der Maus. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd XLVII, 1896. — Ueber die Bildung des Corpus luteum beim Kaninchen. u. s. w. *Anat. Hefte*, Bd VIII, t. 1. 3, 1897.

¹ P. Bouin: Figures caryocinétiques des cellules des corps jaunes de l'ovaire du cobaye. *Compt. rend. Soc. de Biol.* 1898.

² Sans y insister autrement, je me bornerai à faire remarquer que, dans le cas du corps jaune, la glande à sécrétion interne succède à une glande à sécrétion externe, le follicule ovarien, qui évacue l'ovule; de même que la glande thyroïdienne, l'hypophyse, organes qui une fois développés fonctionnent comme glandes à sécrétion interne, succèdent à des ébauches embryonnaires disposées suivant le modèle des glandes à sécrétion externe.

liales du corps jaune. Si un trait un peu grossier de ressemblance extérieure pouvait ajouter une preuve en faveur de la nature histologique que nous voulons attribuer au corps jaune, nous dirions que souvent la coupe du corps jaune, examinée à un faible grossissement, offre, par la disposition de l'ensemble de ses vaisseaux et de ses travées épithéliales, l'image bien connue de la coupe d'un lobule hépatique.

Le corps jaune est donc une glande, et une glande à sécrétion interne. C'est, en outre, et c'est là un nouveau caractère du corps jaune, une glande temporaire, dont l'existence est liée à un certain état de l'organisme femelle en puissance sexuelle. Cette glande, qui n'existe et ne fonctionne que pendant une certaine période de la vie, diffère par là de la plupart des glandes, mais pas de toutes. Car on connaît des organes glandulaires dont l'existence est passagère, le thymus, par exemple. La période de la vie où existe et fonctionne le corps jaune est la période sexuelle, ou la puberté. Mais cette période même n'est pas continue et ininterrompue : elle se compose d'une succession de phases d'activité sexuelle. Or l'existence d'un corps jaune fonctionnant est strictement limitée, au cours de la période génitale de la vie de la femelle, à ces phases où l'activité sexuelle s'exerce exclusivement. A chacune d'elles, un corps jaune nouveau doit se produire ; mais le développement complet de l'organe nouveau se fait très vite, comme pour mettre cet organe en état de remplir le plus rapidement possible la fonction qui est exigée de lui ; chez la Souris, par exemple, il ne demande que quelques jours, et l'évolution du corps jaune est si rapide qu'en fait d'organe s'édifiant complètement dans un laps de temps aussi court, on ne pourrait lui comparer qu'un organe embryonnaire ou une tumeur (Sobotta).

II

Quant au rôle physiologique du corps jaune, on ne peut douter, à la suite de l'examen histologique de cet organe, qu'il s'agisse d'une glande, d'une glande à sécrétion interne, déversant un ou plusieurs produits dans le liquide sanguin.

Il y aurait à déterminer chimiquement la nature de ces produits. On pourrait rechercher quelle part revient au corps jaune dans la production de la substance médicamenteuse livrée au commerce sous le nom d'ovarine ; on pourrait particulièrement examiner si le corps jaune est le siège de la fabrication de la spermine, dont Poehl a montré l'existence dans l'extrait frais d'ovaire et dans l'ovarine. L'ovarine de Merck a fourni à M. Guérin¹

deux substances, dont l'une se rapprochait par ses réactions d'un ferment soluble, tandis que l'autre offrait les caractères chimiques de la spermine. L'une d'elles au moins est peut-être attribuable au corps jaune. Il faudrait donc épurer l'ovarine ; et, de même que l'histologie montre la présence d'un organe spécial dans l'ovaire, il faudrait pouvoir séparer chimiquement, dans la masse de l'ovaire, la ou les substances dues à l'activité propre du corps jaune.

S'il est nécessaire d'attribuer au corps jaune une signification physiologique, il est plus difficile de dire laquelle. L'apparition temporaire de cet organe indique cependant qu'il s'agit d'une glande dont la fonction vise directement les modifications imprimées à l'organisme par l'activité sexuelle et dont les produits font indirectement sentir leurs effets sur l'organisme entier. Les substances fournies par le corps jaune auraient pour rôle général de corriger, en quelque sorte, l'influence nocive (?) exercée sur l'organisme par la fonction ovarienne et par ses conséquences : menstruation, gestation. Il y aurait donc lieu (et des expériences ont déjà été commencées dans ce sens au Laboratoire de Physiologie de l'Université de Nancy) de rechercher : quel effet indirect et général l'administration du corps jaune à un animal produit sur les grandes fonctions de l'organisme (circulation, respiration, etc.) ; quel est, d'autre part, le résultat obtenu en supprimant la production du corps jaune, soit par la castration, soit par tout moyen, tel que le vernissage de la surface de l'ovaire, empêchant l'ovulation et par suite la formation du corps jaune.

Cette hypothèse, à laquelle nous avions songé tout d'abord, ne fait, on le comprend, que préciser, par son substratum histologique bien défini, la doctrine, déjà plusieurs fois défendue, de la sécrétion interne de l'ovaire ; elle la rend aussi plus vraisemblable, en attribuant à une vraie glande une fonction interne qu'on est habitué, partout ailleurs, à rapporter à des organes véritablement glandulaires, au lieu qu'il y avait quelque chose d'assez étrange à accorder une sécrétion interne à un organe, l'ovaire, dont on ne connaissait qu'une sécrétion, externe au plus haut chef. On comprendra, par les citations qui suivent (qu'on pourrait multiplier), que l'hypothèse du corps jaune gagne en précision et en vraisemblance sur l'hypothèse de la sécrétion ovarienne, tout en étant aussi gratuite que sa devancière.

« Dans l'état actuel de la physiologie glandulaire, dit Muret², il m'a paru bien plus naturel de cher-

¹ DEMANGE : Pathogénie de la chlorose et opothérapie ovarienne. Thèse de Nancy, 1898.

² MURET : Revue médicale de la Suisse romande et Soc. vaudoise de médecine, 1896 (cité par le Dr DEMANGE, in Pathogénie de la chlorose et opothérapie ovarienne. Thèse de Nancy, 1898).

cher ailleurs, et l'hypothèse d'une sécrétion interne de l'ovaire, analogue à celle d'autres glandes du corps et correspondant aux fonctions spéciales, je dirais même spécifiques, de cet organe, s'offrirait d'elle-même. La suppression subite de cette sécrétion interne et de ses fonctions utiles, à la suite de la castration, ne pourrait-elle pas expliquer les troubles vasomoteurs et autres des opérées? Sa diminution plus ou moins lente, due à l'atrophie sénile des ovaires, et marquée par la cessation des fonctions connues de ces organes, ne suffirait-elle pas à expliquer les phénomènes de l'âge critique? Enfin, la suppression subite de la sécrétion interne de l'ovaire, exagérée comme quantité ou altérée dans sa qualité, ne pourrait-elle pas expliquer l'influence bienfaisante de la castration sur l'ostéomalacie?... On sait que Fehling considère l'ostéomalacie comme une trophonévrose prenant son point de départ dans une hyperactivité des ovaires. Ne s'agirait-il pas bien plutôt d'une action chimique due à la sécrétion interne, probablement altérée, de ces organes? Le professeur Revilliod a déjà admis également que l'ostéomalacie doit être en rapport avec la sécrétion interne de l'ovaire. »

Curatolo¹ a constaté, par des recherches chimiques faites sur des chiennes avant et après castration, à la suite de l'opération, une forte diminution de la quantité des phosphates urinaires, de l'oxygène et de l'acide carbonique de la respiration. Il en conclut que l'ovaire déverse continuellement dans le sang un produit de composition chimique encore inconnue, mais dont les effets sont de favoriser l'oxydation des substances organiques phosphorées, des carbures d'hydrogène et des graisses.

L'hypothèse de la fonction du corps jaune, comme celle de la sécrétion interne de l'ovaire, s'harmonise bien avec les circonstances dans lesquelles se développe la chlorose, qui n'existe que chez les femmes en puissance génitale, manque avant la puberté et disparaît après la ménopause. Elles expliquent, l'une comme l'autre, certains des symptômes généraux qu'on a constatés dans cette maladie et pourraient, sans doute, expliquer aussi la symptomatologie d'autres affections; il peut y avoir une « théorie ovarienne » (Demange), et, d'une façon plus précise, une théorie du corps jaune, pour la pathogénie de la chlorose.

A l'état normal, enfin et surtout, il est certain que la femelle, la femme par exemple, ne se trouve pas dans les mêmes conditions physiologiques lors d'une ovulation et entre deux pontes ovulaires, quand l'utérus est vide ou qu'il est gravide; l'absence du corps jaune dans l'une de ces alterna-

tives, sa présence dans l'autre, sont évidemment en rapport avec les deux conditions physiologiques opposées de l'appareil génital.

Il va de soi que la conséquence pratique de cette théorie de la sécrétion interne de l'ovaire, et particulièrement de la théorie ovarienne de la pathogénie de la chlorose, a été l'administration aux chlorotiques de la substance de l'ovaire sous ses différentes formes médicamenteuses. Avec bien plus de raison, la théorie de la fonction interne du corps jaune entraînera, comme résultat pratique, la cure de la chlorose par l'ingestion de la substance du corps jaune : médication qui ne présente aucune difficulté, car on se procure très facilement des corps jaunes et en quantité suffisante, étant donnée la dose très faible de substance à administrer².

III

Voilà donc, sur la fonction du corps jaune, une première hypothèse, à laquelle, malgré ses avantages (apparents plutôt que réels), j'en préfère une seconde.

J'ai trouvé celle-ci dans un article de Beard³ qui est le résumé de travaux beaucoup plus étendus⁴. Dans cet article, la question du rôle physiologique du corps jaune n'est examinée qu'incidemment; l'hypothèse que l'auteur émet à ce sujet est amenée par une série de considérations générales des plus intéressantes, qui s'enchaînent rigoureusement les unes les autres et forment un ensemble parfaitement cohérent. Il ne sera pas inutile de résumer ces considérations pour faire valoir mieux et mettre à sa vraie place l'hypothèse sur le corps jaune qui leur succède. On nous excusera seulement de les présenter, pour éviter des longueurs, sous une forme simplifiée et plus schématique que dans l'original.

¹ Si, en effet, on estime au quart en moyenne le poids du ou des corps jaunes renfermés dans un ovaire de brebis ou de vache, comme on donne au maximum 1 gramme par jour de poudre d'ovaire, il suffirait d'administrer 0 gr. 25 de corps jaune. Il ne faut pas s'étonner de la disproportion entre les importants effets à obtenir (guérison d'une anémie profonde) et la très faible quantité du médicament. Il est dit plus haut que le corps jaune est sans doute une glande extraordinairement active, dont les éléments, s'ils durent peu, sont sans cesse renouvelés et, durant leur existence, fonctionnent énergiquement; les douze ou treize corps jaunes produits par la femme normalement réglée dans l'espace d'une année représentent, par leur total, une glande annuelle d'un respectable volume. Il convient d'ajouter que, si la substance produite par le corps jaune est la spermine, c'est là, d'après POEHL, un alcaloïde d'une grande activité, comme ferme d'oxydation indirecte des produits de déchet et comme destructeur des toxines autonomes.

² BEARD : The Rhythm of Reproduction in Mammalia. *Anat. Anzeiger*, Bd XIV, n° 4, 1897.

³ BEARD : On certain Problems of vertebrate Embryology. *Iena, Fischer*, 1896. — Id. : The Span of Gestation and the Cause of Birth. A study of the critical period and its effects in Mammalia. *Iena, Fischer*, 132 p.

⁴ CURATOLO : *Annali di Ostetrica e Ginecologia*, 1896 [cité par le Dr DEMANGE, loc. cit.].

Beard commence par établir l'existence, chez tous les Vertébrés, d'une phase critique, qui est celle où l'embryon prend les caractères généraux de la classe dont il fait partie, les caractères essentiels de l'ordre, les caractères principaux du genre et de l'espèce. La naissance était autrefois fixée, chez les Métathériens et Euthériens ancestraux, à l'époque de la période critique, et a conservé cette date chez les Marsupiaux aplacentaires actuels. C'est à cette date que cesse, pour les petits Marsupiaux, la nutrition intra-utérine par un placenta vitellin ou trophoblaste, et que la nutrition mammaire commence. Un changement n'a pu être apporté à cet état de choses que par la formation d'un placenta allantoïdien, qui a reporté la naissance à une époque ultérieure, la nutrition du fœtus au delà de la période critique étant assurée.

Avant tous les changements qu'ont produits la formation d'un placenta vitellin, l'évolution des mamelles, le développement du placenta allantoïdien, l'ovulation pouvait se faire à des intervalles périodiquement réguliers, bien qu'il n'y ait, dans le développement historique des Mammifères, aucune preuve que les choses se soient jamais passées ainsi (sauf chez les Monotrèmes, qui mériteraient d'être examinés à ce point de vue). L'ovulation, établit ensuite l'auteur, a été rendue impossible pendant la gestation, et, dans les circonstances les plus favorables, n'a pu revenir que peu après chaque naissance. Sous les conditions imposées par la gestation intra-utérine, le nombre des petits fut restreint, aucun cas n'étant connu, où l'utérus puisse avoir plus de vingt-sept embryons développés (*Didelphys*, d'après Selenka), et le nombre habituel étant beaucoup plus faible, même chez les formes les plus prolifiques. Il devenait donc nécessaire de répéter l'ovulation aussi souvent que possible. C'est ainsi qu'il arriva que la période d'ovulation devint presque égale et actuellement un peu supérieure à l'intervalle de temps nécessaire pour le développement de la période critique, en d'autres termes pour la naissance. Ce dernier intervalle peut être appelé l'unité critique, et le laps de temps qui sépare deux ovulations peut être appelé unité d'ovulation. L'unité d'ovulation dépassant un peu l'unité critique, l'ovulation nouvelle survenant à été pour l'utérus un ordre réflexe venu de l'ovaire, et la cause directe de la naissance.

Quand un placenta allantoïdien se fut établi, avec la prolongation de la gestation comme conséquence, cette prolongation ne s'est faite qu'à condition d'embrasser deux périodes critiques au lieu d'une, de manière à maintenir la correspondance de l'unité critique et de l'unité d'ovulation, c'est-à-dire de façon à ce que la naissance fût encore déterminée par une ovulation nouvelle et lui succé-

dât. C'est ainsi que s'est fait le passage des Métathériens aux Euthériens, et c'est ce qui conduisit à la perte du marsupium, devenu inutile. Ce type de gestation à deux unités critiques existe toujours chez beaucoup d'Euthériens inférieurs (Lapin, Rat et probablement aussi Taupe, Hérisson). Bien qu'il réalise un progrès sur le type primitif à une seule unité, il ne donnait pas tous les avantages qui furent conquis plus tard par plusieurs Mammifères, dont la gestation comprit dès lors un plus grand nombre d'unités critiques. Mais partout où une prolongation de la gravidité fut acquise, ce fut toujours sous la loi énoncée plus haut, savoir, la correspondance entre la longueur de la gestation et un certain nombre d'unités critiques et d'ovulation. En règle générale, les formes animales chez lesquelles la gestation comprend un plus grand nombre d'unités critiques naissent dans des conditions de développement plus avancées que si la gestation renferme moins de ces unités. La longueur de temps de la gestation ne produit pas ce résultat; car la Souris, en vingt jours, atteint un degré de développement aussi avancé que le Lapin en trente jours ou que le Chien en soixante-deux jours. La raison pour laquelle à l'accroissement numérique des unités critiques est lié le développement plus grand des petits à la naissance est peut-être que les formes avec période de gestation comprenant plusieurs unités critiques doivent avoir passé, dans leur histoire ancestrale, par des états où ce nombre était plus faible et pouvait n'être même que d'une seule unité.

Tandis que la tradition ancestrale s'est conservée chez beaucoup d'Euthériens inférieurs, un état secondaire a été acquis chez les Vertébrés supérieurs, dans les ordres des Ongulés, des Primates, où l'unité critique, et avec elle l'unité d'ovulation, a dû être doublée ou triplée¹.

Chez tous les Mammifères, l'ovulation pendant la gestation a été soit rendue abortive, soit supprimée; cela était nécessaire, car une ovulation nouvelle aurait conduit à l'avortement.

Le corps jaune est probablement un dispositif fait pour supprimer ou rendre abortive l'ovulation durant la gestation. La dégénération commençante de cet organe quelque temps avant la fin de la gravidité (comme sa rapide atrophie, quand il n'y a pas eu fécondation) permet la préparation d'une ovulation nouvelle, dont l'approche est, à son tour, par acte réflexe, la cause directe de la naissance. L'auteur, examinant les causes des avortements chez les Mammifères et la nature de la menstruation, montre comment, ainsi qu'on le comprend

¹ Toute cette partie de la théorie de Brando est assez péniblement exposée dans l'original et difficile à comprendre.

aisément, les répétitions de la période critique, les suppressions normales de périodes d'ovulation, doivent être fréquemment des occasions d'avortement chez différents Mammifères, notamment chez le Cheval et l'Homme, où la gestation s'est prolongée de plusieurs unités critiques.

La menstruation est comparable à un avortement précédant une nouvelle ovulation; c'est l'avortement d'une caduque préparée pour recevoir un œuf antérieurement pondu à la suite de la menstruation précédente, mais non fécondé. Cet avortement menstruel correspond, dans sa périodicité, avec une ancienne unité critique: la menstruation devient ainsi comparable à une naissance abortive lors d'une ancienne période critique ¹.

D'après ces données, l'avortement répété, habituel, auquel certaines femmes sont sujettes, ne pourrait-il reconnaître comme cause prochaine le non-développement ou l'état pathologique (la cirrhose, par exemple), et, par conséquent, l'absence de fonctionnement du corps jaune, produits par exemple par la diathèse syphilitique? Il y aurait lieu d'examiner les corps jaunes des syphilitiques à ce sujet. Il serait indiqué aussi de provoquer chez certains animaux des intoxications bactériennes ou autres, capables d'empêcher la formation régulière des corps jaunes.

A. Prenant.

Professeur d'Histologie à l'Université de Nancy.

REVUE ANNUELLE D'ASTRONOMIE

A cette même place ², nous avons eu l'occasion d'indiquer les principales directions dans lesquelles se développe surtout l'Astronomie contemporaine, et nous avons montré alors toute l'importance prise d'un côté par l'Astronomie physique, de l'autre par la Photographie astronomique.

La présente revue montrera que l'importance de ces deux branches s'est accrue encore; mais, en commençant, nous devons parler d'abord d'une découverte récente dont la portée sera très grande pour la spectroscopie astronomique: c'est la décomposition d'une vibration lumineuse originale en plusieurs vibrations distinctes sous l'influence d'un champ magnétique.

Depuis plus de cinquante ans (1845), Faraday a montré que, sous l'action d'un fort aimant, un corps transparent homogène fait tourner le plan de polarisation d'un faisceau lumineux polarisé. Dans l'expérience de Faraday, l'action magnétique fut attribuée non à une action directe sur la lumière, mais à son influence sur l'arrangement des molécules du corps transparent; et le même physicien chercha vainement à modifier les périodes des radiations émises.

Il y a quelques années, un physicien mort jeune, Fizeau, de l'Observatoire de Bruxelles, reprit les expériences avec des instruments plus puissants: ayant placé une source lumineuse entre les pôles d'un fort électro-aimant, il en examina le spectre dans une direction normale aux lignes de force, et observa que certaines raies s'élargissent sous l'influence magnétique, deviennent doubles et même

triples; mais il se trompa sur l'interprétation du phénomène, qu'il attribua à des renversements.

La vraie nature de ce phénomène vient d'être découverte par un savant hollandais, le Dr Zeeman, appuyé sur la théorie des ions formulée par un de ses compatriotes, le professeur Lorentz.

D'après cette théorie, une vibration lumineuse originale doit, sous l'action magnétique, se décomposer en trois vibrations distinctes: 1° une vibration rectiligne, parallèle au champ, et de même période que la vibration initiale; 2° deux vibrations circulaires, de sens différents, situées dans un plan perpendiculaire aux lignes de force, et de périodes différentes, ces périodes étaient l'une un peu plus grande et l'autre un peu plus petite que la période originale.

L'expérience a vérifié ces conséquences de la théorie; mais elle a montré que les phénomènes sont plus complexes qu'on ne l'avait cru d'abord. Ainsi, dans l'observation perpendiculaire aux lignes de force, M. Cornu trouve que la raie médiane du triplet est elle-même double; — avec son réfractomètre, M. Michelson trouve que chacune des raies du triplet de Zeeman est elle-même un triplet dont les composantes, polarisées dans le même plan, ont des intensités relatives parfois très différentes; — d'autres fois, les polarisations sont inverses (Becquerel et Deslandres). Ajoutons que des raies voisines du même métal présentent des dédoublements très différents.

On est donc en présence d'une variété considérable de faits nouveaux, tenant à l'action magnétique et montrant, entre les raies spectrales, des dissemblances que l'on ne soupçonnait pas. Ces dissemblances, liées sans doute à la nature des derniers éléments des corps, promettent une abon-

¹ Nous avons laissé de côté les considérations qui touchent au rythme de la lactation.

² Voyez cette *Revue*, 1894, p. 45.

daute moisson de connaissances nouvelles sur la constitution des corps célestes; dès maintenant, le phénomène de Zeeman fournit le moyen de reconnaître le champ magnétique de ces corps.

I. — LE SOLEIL.

§ 1. — Constante solaire.

Diverses tentatives ont été faites récemment pour déterminer la *constante solaire*, c'est-à-dire le nombre de calories envoyées par le Soleil en une minute sur une surface de un centimètre carré, exposée normalement aux rayons, et placée à la limite de l'atmosphère. En d'autres termes, cette *constante* est le nombre de degrés dont le Soleil élèverait en une minute la température d'une couche d'eau de un centimètre d'épaisseur.

Notre atmosphère, qui absorbe une forte proportion de la chaleur solaire, agit d'une manière très variable, et qui change surtout suivant la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. La radiation solaire ne peut donc être trouvée constante qu'autant qu'on la considère en dehors de notre atmosphère. Pour la même raison, les points les plus élevés seront les plus avantageux pour mesurer cette radiation; aussi toutes les déterminations dont nous allons parler ont été faites au Mont Blanc.

Les premières sont dues à M. Vallot, qui, souvent avec le concours de M^{me} Vallot, a présenté ses observations depuis 1887, tantôt avec l'actinomètre de M. Violle, tantôt avec celui de M. Crova. Les résultats obtenus sont très concordants et conduisent à la valeur 1,70 de la constante solaire; il est curieux que ce nombre soit voisin de celui de Pouillet, abandonné depuis longtemps, car les observations de M. Violle avaient conduit à la valeur beaucoup plus grande 2,540.

En 1896, les déterminations de MM. Crova et Houdaille, fortement contrariées par le mauvais temps, indiquaient une valeur voisine de 3 calories.

Ces observations, reprises par MM. Janssen, Crova et Hansky, en 1897, ont fourni des nombres compris entre 3,0 et 3,4.

La discordance des nombres précédents montre assez quelles difficultés présente la détermination de la constante solaire. M. Violle aborde aujourd'hui cette détermination par un autre procédé plein de promesses, par l'emploi de ballons libres emportant un actinomètre enregistreur de son invention. Un essai fait le 8 juin dernier a parfaitement réussi; les chiffres obtenus ne sont pas encore connus, mais tout montre que l'actinométrie tirera des sondages de l'atmosphère des avantages considérables pour une connaissance meilleure du rayonnement solaire et de l'absorption atmosphérique.

§ 2. — Activité solaire.

Les taches solaires et les facules continuent de diminuer; nous approchons d'un nouveau minimum.

§ 3. — Éclipse totale de Soleil du 22 janvier 1898.

Cette éclipse était totale aux Indes, où elle a été observée avec succès. Les photographies successives du phénomène révèlent, dans la chromosphère, des changements rapides, se produisant pour ainsi dire d'une seconde à l'autre. Dans la couronne, qui ressemblait à celle de 1896, on remarquait surtout une bande polaire dont la longueur atteignait quatre fois le diamètre du Soleil.

II. — LA LUNE.

MM. Lœwy et Puiseux ont continué leurs travaux, qui ont été résumés dans la revue précédente¹. — De divers côtés, l'étude de notre satellite au moyen de la photographie se poursuit activement: M. Weinek, de Prague, annonce l'apparition prochaine d'un atlas représentant la Lune sous un disque de 4 mètres de diamètre. Cet atlas, qui comprendra 200 planches de 0^m,31 sur 0^m,26, est principalement formé en agrandissant vingt-quatre fois les négatifs obtenus à l'Observatoire de Lick. De son côté, un astronome amateur de Trieste, M. Krieger, entreprend la publication d'un atlas lunaire qui comprendra environ huit volumes: le premier, renfermant 28 planches, vient de paraître.

III. — LES GROSSES PLANÈTES.

La question de la durée de rotation de *Mercure* n'a pas fait de progrès.

Pour *Vénus*, les observations de M. P. Lowell, faites en une excellente station près de Mexico, lui ont montré un réseau de lignes droites remarquablement nettes et persistantes, car elles ne changent pas de place pendant des intervalles de cinq heures. En somme, ces observations confirment les conclusions de M. Schiaparelli, de sorte que la durée de rotation de *Vénus* serait, non de 24 heures à peu près, comme on l'a cru si longtemps, mais de 223 jours.

Jupiter attire toujours les observateurs par la facilité avec laquelle on y saisit de nombreux détails, même avec de faibles instruments; cependant, on n'y a pas constaté de faits nouveaux bien importants. Mais c'est surtout la planète *Mars*, avec ses canaux, leurs énigmatiques geminations, etc., qui a continué d'exciter fortement l'attention.

¹ Revue générale des Sciences, t. viii, p. 510.

IV. — MARS.

En 1877, M. Schiaparelli découvrit sur cette planète un réseau de lignes fines qu'il appela des canaux, sans rien préjuger d'ailleurs relativement à leur vraie nature. Un peu plus tard (1882), ces canaux, d'abord vus simples, parurent dédoublés, ou, comme on dit, *gémérés*.

Quoique des astronomes expérimentés et munis de puissants instruments n'aient pu apercevoir tous ces canaux, ceux-ci ont été vus par un assez grand nombre d'observateurs pour qu'on ne puisse douter de l'existence de la plupart de ceux qui ont été signalés. Mais leur gémération ne paraît pas avoir reçu d'explication plausible, malgré les nombreuses discussions auxquelles récemment elle a donné lieu; la réalité même de cette gémération a été mise en doute, et M. Antoniadi ne veut y voir qu'un phénomène optique ayant son origine dans l'œil lui-même.

M. Meisel explique cette gémération par une double réfraction produite par une couche cylindrique de vapeurs suspendues dans l'atmosphère de la planète.

M. Stanislas Meunier a reproduit l'apparence de dédoublement de la manière suivante : sur un globe métallique poli, on dessine au vernis noir de fines lignes et des taches représentant les canaux et les mers de Mars; puis, en éclairant assez vivement ce globe, on le regarde à travers une fine mousseline, bien transparente, tendue sur un cadre et placée à quelques millimètres de la sphère. Dans ces conditions, chaque ligne et chaque tache se gémère par suite de l'apparition, à côté d'elle, de son ombre dessinée sur la mousseline par la lumière que réfléchit la surface métallique. Mais cette apparence ne se produit plus quand le petit globe, au lieu d'être poli, a un pouvoir diffusif analogue à celui de la surface de Mars. Comme le spécifie bien M. St. Meunier, on ne peut donc voir dans son expérience une explication générale du dédoublement des canaux de Mars.

M. Antoniadi, après M. de Boë, pense que ce dédoublement n'a rien de réel; ce serait une illusion produite par un défaut de mise au point de l'oculaire. Avec un tel défaut de mise au point, une ligne simple peut, en effet, paraître double; mais il nous répugne beaucoup d'admettre que ce cas se soit produit dans les observations de M. Schiaparelli, qui a découvert les canaux à l'état de lignes simples avant de les avoir vus doubles. Au surplus, voici ce que dit à ce sujet M. Schiaparelli lui-même, à la date du 21 avril dernier ¹.

« ... Quant à l'hypothèse de la diplopie monoculaire, c'est la première que j'ai examinée en janvier et février 1882, lorsque j'ai dû constater les gémérations *malgré moi, au premier coup d'œil*, et sans les avoir cherchées. Comme alors Mars s'élevait assez près du zénith (déclin $+27^\circ$) et la lunette étant presque verticale, j'ai essayé de déplacer la ligne des yeux par rapport au zéro du cercle de position. Rien ne changeait : les lignes simples restaient simples, les doubles restaient doubles, leur intervalle était toujours le même. Cet intervalle ne changeait que lentement avec la rotation des planètes par effet de la perspective. J'ai fait des expériences sur des lignes très fines de certaines gravures, et j'ai cherché si des dédoublements semblables avaient lieu pour les petites étoiles et autres objets célestes. Enfin, je me suis efforcé de ne pas voir double ce qui l'était bien. Ces preuves, la parfaite régularité des images gémérées, la facilité et la netteté avec laquelle je les voyais *sans effort*, m'ont convaincu qu'il ne s'agissait pas d'un phénomène subjectif. Au reste, il suffit d'examiner un quelconque de mes dessins de cette époque (et de 1884, 1888, 1890 aussi) pour voir avec la plus grande évidence l'impossibilité de leur appliquer la théorie de la diplopie monoculaire.

« La bande qui est entre les deux lignes m'a paru ordinairement de la même couleur que le champ environnant : quelquefois, j'ai cru y voir du *blanc*, mais très rarement.

« Pour ce qui concerne mes propres observations, je dois repousser l'hypothèse de la diplopie. Mais il est bien possible qu'elle soit applicable à d'autres observateurs, surtout lorsque l'instrument n'est pas assez puissant, l'atmosphère mauvaise, l'œil fatigué, et lorsqu'on ne soigne pas bien la mise au foyer. Sur la nature de ces dédoublements et sur la cause de leurs changements, je ne puis rien dire. Elles constituent une difformité sur la surface de Mars, et empêchent d'en faire une bonne carte. Leurs variations énigmatiques rendent plus difficile l'étude des changements qui ont lieu dans les configurations permanentes de la planète. Aussi, je verrais avec plaisir qu'on pût l'en débarrasser. Mais je n'espère pas que cela soit possible. »

Les taches sombres de Mars sont appelées *mers*. Mais doit-on les considérer comme des mers véritables? S'il en était ainsi, on devrait parfois apercevoir la lumière solaire réfléchie spéculairement sur leurs eaux. M. Schiaparelli a trouvé, en effet, que cette image du Soleil aurait un diamètre de $\frac{1}{24}$ de seconde et que son éclat serait à peu près celui d'une étoile de troisième grandeur. Elle serait en chaque point moins éclatante, mais toujours aussi

¹ *Bull. de la Soc. Astronomique de France*, juillet 1898, p. 312.

lumineuse pour nous, dans le cas d'une mer agitée.

Un astronome anglais, M. Taylor, a repris récemment l'étude de cette question : il trouve que cette image solaire aurait 10 kilomètres de diamètre et devrait être parfaitement visible depuis la Terre, même dans les canaux, s'ils étaient entièrement formés d'eau.

M. Taylor ajoute que, depuis la mer Cimmérienne jusqu'au golfe de l'Aurore, il y a une série de mers qui sont parfaitement placées pour réfléchir vers nous l'image du Soleil. Comme on n'a jamais rien aperçu de ce genre, l'auteur conclut à la non-existence de mers martiennes. Il ajoute que l'ensemble des considérations est en faveur de plaines de végétation, dont le ton varie selon la quantité d'humidité qui y arrive après la fonte estivale des neiges polaires. Les canaux indiqueraient des terrains cultivés par les habitants de Mars, principalement dans les districts qui avoisinent les grands centres de population (les oasis).

En résumé, nous ne verrions en aucun point du globe de Mars l'eau qui pourtant le fertiliserait.

V. — LES PETITES PLANÈTES.

Depuis la fin 1890, la plupart des petites planètes nouvelles ont été découvertes par la photographie. Ce nouveau procédé de recherche a d'abord augmenté considérablement le nombre des astéroïdes trouvés annuellement; mais, avec les instruments actuels, ce procédé paraît avoir donné presque tous ses fruits, car les dernières années ont fourni de bien moindres résultats, comme le montre le tableau suivant :

En 1891 il a été découvert	21 astéroïdes nouveaux
1892 —	28 —
1893 —	27 —
1894 —	20 —
1895 —	11 —
1896 —	16 —
1897 —	7 —
1898 (1 ^{er} semestre)	0 —

Voici les astéroïdes découverts en 1897 :

DG	identique à 188, retrouvée le 25 août par M. Charlois à Nice.
DH	= 426, découverte le 25 août, par M. Charlois à Nice.
DJ	= 127, — 25 — —
DK	= 428, — 18 nov. par M. Villiger à Munich.
DL	— — 23 nov. par M. Charlois à Nice.
DM	— — 48 déc. —
DN	— — 18 déc. —
DO	— — 18 déc. —

VI. — LES COMÈTES.

Les comètes présentent toujours le plus vif intérêt pour le public, pour les physiciens, en raison des changements rapides et inexplicables dont elles sont le siège, pour les astronomes enfin, à cause des questions capitales dont elles permettent d'aborder

l'étude. Parmi les plus intéressantes de ces questions, nous parlerons de celle d'un milieu résistant interplanétaire, et, un peu plus loin, de l'origine des étoiles filantes.

§ 1. — Milieu résistant.

Lorsque Encke eut reconnu que la comète périodique qui porte son nom a une durée de révolution qui diminue graduellement¹, il montra (1823) que cette accélération s'explique parfaitement si l'on admet l'existence d'un milieu résistant interplanétaire dont la densité varierait en raison inverse du carré de la distance au Soleil, et dont l'action sur le mouvement de la comète serait proportionnelle à la surface de celle-ci.

Mais, objecta Bessel, pourquoi l'influence d'un tel milieu ne se manifeste-t-elle pas dans les mouvements de la Lune et des planètes? Malgré ces objections, l'hypothèse d'Encke, confirmée par les retours suivants de la comète, était généralement acceptée, quand une nouvelle anomalie dans le mouvement de cette même comète d'Encke est venue ébranler récemment l'hypothèse qu'elle avait d'abord paru appuyer.

Déjà von Asten, continuateur des calculs d'Encke, n'avait pu faire cadrer le retour de 1871 avec les apparitions précédentes, et il dut admettre qu'une cause inconnue, peut-être l'action d'une petite planète, troublant le mouvement de la comète entre 1868 et 1871, avait, pendant cet intervalle, annihilé presque entièrement l'effet de l'accélération.

L'œuvre de von Asten, enlevé prématurément, a été reprise par M. Backlund, aujourd'hui directeur de l'Observatoire central de Russie, et qui a publié récemment les résultats de son grand travail sur l'ensemble des apparitions de 1819 à 1891. Il trouve que l'accélération n'est restée à peu près constante que de 1819 à 1858; à partir de cette dernière époque, elle a diminué de plus en plus jusque vers 1870, pour garder, entre 1871 et 1891, une valeur sensiblement constante et égale à peu près aux deux tiers de la valeur primitive. Comme conclusion, M. Backlund rejette l'hypothèse d'Encke et, adoptant une idée émise par M. Faye, il attribue l'accélération variable de la comète à un essaim de corpuscules qu'elle traverserait en un point inconnu de son orbite; les diverses parties de l'essaim, rencontrées par la comète entre 1819 et 1858, auraient eu à peu près la même densité, devenue acciden-

¹ Dédaction faite des perturbations, voici les durées de la révolution de cette comète, d'après Encke :

1786-1795	: 1208 jours	112
1795-1805	: 1207 —	879
1805-1819	: 1207 —	424

et ainsi de suite, la durée de la période diminuant d'environ un dixième de jour à chaque révolution.

tellement plus faible vers 1870, pour prendre ensuite une autre valeur à peu près constante de 1871 à 1891.

§ 2. — Comètes observées.

Avant de parler des étoiles filantes, nous donnons le tableau des comètes découvertes depuis le commencement de 1897. Dans le courant de cette année-là, il n'en a été découvert que deux ; encore l'une d'elles, la comète périodique de d'Arrest¹, était-elle annoncée. Peut-être cela tient-il en partie à l'état généralement défavorable du ciel ; par contre, en juin 1898, il en a été trouvé cinq, dont deux seulement étaient prévues.

Voici la liste de ces comètes :

Comète a 1897 = 1897 III¹. C'est la célèbre comète périodique trouvée par d'Arrest en 1851 et dont la période est de six ans et demi. Sa position, pour le dernier retour, avait été calculée par M. Leveau, astronome de l'Observatoire de Paris ; et elle a été retrouvée le 28 juin 1897, par M. Perrine, à l'Observatoire Lick (Mont-Hamilton, près de San-Francisco).

C'est une des plus faibles comètes périodiques ; et, comme son éclat va en diminuant, elle n'est observable qu'avec de puissants instruments.

Comète b 1897 = 1897 III, découverte par M. Perrine, à l'Observatoire Lick, le 16 octobre 1897. Elle a passé au périhélie le 9 décembre suivant. Elle avait 3' environ d'étendue et présentait un aspect assez rare, car elle n'avait ni noyau, ni condensation ; aussi les observations étaient fort incertaines.

Comète a 1898. C'est la comète périodique de Winnecke, qui l'a trouvée en 1858 ; mais elle avait déjà été découverte par Pons en 1819. Elle a été retrouvée par M. Perrine, le 2 janvier 1898, à l'aide de l'éphéméride de M. Hillebrand, de Vienne. La théorie de cette comète a été très bien faite par M. de Haerdtl, mort récemment ; il en avait déduit une bonne masse de Mercure et une masse très exacte de Jupiter.

Comète b 1898, découverte par M. Perrine, le 19 mars 1898, à peu près au moment de son passage au périhélie. Elle présentait une forte condensation centrale et une queue de 1° de long. Les observations faites jusqu'ici montrent qu'elle est périodique, la durée de sa révolution étant d'environ 300 ans.

Comète c 1898, découverte, au moyen de la photographie, le 11 juin 1898, par M. Coddington, à l'Observatoire Lick ; trois jours après, le 14 juin, elle fut découverte indépendamment par un astronome amateur, M. Pauly, à Bucharest. Son passage au périhélie aura lieu en septembre.

Comète d 1898. — C'est la célèbre comète périodique d'Encke, de 1.200 jours de période. Elle a été retrouvée le 11 juin 1898 par M. Tebbut, à son Observatoire privé de Windsor (Nouvelle-Galles du Sud, en Australie), au moyen de l'éphéméride calculée par M. A. Iwanow, de l'Observatoire de Poulkova, près Saint-Petersbourg. Comme il arrive toutes les fois qu'elle revient en mai et juin, elle n'a pu être observée dans nos latitudes, parce qu'elle est alors toujours voisine du Soleil.

Comète e 1898. — Faible comète découverte par M. Perrine, le 14 juin 1898. Elle passera au périhélie au milieu d'août prochain.

Comète f 1898. — C'est la comète périodique de six ans trois quarts de durée de révolution, trouvée pour la première fois par M. Max Wolf, à Heidelberg, le 17 septembre 1884. Elle a été toujours calculée avec soin par M. Thraen et, grâce à ses éphémérides, elle a été retrouvée en 1891 par M. Spitaler à Vienne et, cette année, par M. Hussey à Lick.

Comète g 1898. — Découverte par M. Giacobini, à l'Observatoire de Nice, le 18 juin 1898. Le même astronome avait déjà découvert, en 1896, une intéressante comète périodique, dont la durée de révolution est d'environ sept ans.

Les six dernières de ces comètes sont actuellement observables ; mais toutes exigent de puissants instruments.

Ajoutons que l'on attendait pour cette année une comète périodique non retrouvée encore : c'est la comète périodique de Tempel (1867 II) dont le retour a été calculé par M. Gautier, directeur de l'Observatoire de Genève. Depuis 1879, cet astre n'a pu être retrouvé par suite des conditions de son mouvement qui ont augmenté sa distance au périhélie et qui ont éloigné cette comète du Soleil et de la Terre.

On pourrait revoir aussi, en 1898, la comète 1866 I, mère des étoiles filantes du 13 novembre ; comme la durée de sa révolution est un peu incertaine, son retour peut ne se produire qu'en 1899 ou même en 1900.

VII. — LES ÉTOILES FILANTES.

Jusque vers le commencement de notre siècle, les étoiles filantes ont été considérées comme un phénomène purement atmosphérique. Mais on sait aujourd'hui qu'elles ont une origine cosmique : ce sont des corpuscules rencontrés par la Terre dans sa course annuelle et qui deviennent lumineux en traversant notre atmosphère.

Quant à ces corpuscules eux-mêmes, on les considère comme provenant d'une des trois sources suivantes, dont les deux premières ne sont pas nettement distinctes :

¹ Sur la notation employée pour les comètes, voir cette *Revue*, année 1897, p. 511.

1° de la désagrégation de certaines comètes, principalement de comètes périodiques;

2° de masses nébuleuses venues des espaces interstellaires, et dont les parties les plus condensées pourraient être visibles sous forme de comètes;

3° de matières rejetées, selon quelques-uns, par les volcans de la Terre ou de la Lune; plus généralement, de matériaux lancés à toute époque par des explosions qui se seraient produites soit dans la Terre, encore très chaude, soit même dans l'anneau primitif, à peine détaché de la nébuleuse solaire, et dont allait être formé notre globe.

Pour indiquer sommairement l'état actuel de la question de l'origine des étoiles filantes, il nous suffira d'exposer les raisons qui militent pour ou contre chacune de ces trois hypothèses.

§ 1. — Désagrégation des comètes.

Le fait de la désagrégation des comètes est aujourd'hui certain. Outre la division si connue de la comète de Biéla, nous en citerons les exemples suivants :

La magnifique comète de 1882 II (c'est la dernière qui, par son grand éclat, ait attiré l'attention de tous), a une période d'environ 800 ans. Son noyau, d'abord rond, fut ensuite vu double; et plus tard il présenta jusqu'à cinq fragments qui se sont éloignés graduellement les uns des autres sous les yeux même des observateurs. On sait aujourd'hui que les deux extrêmes ne repasseront au périhélie que près de 300 ans l'un après l'autre; car quatre de ces fragments qui, en 1882, marchaient ensemble, et pour lesquels on a pu déterminer de bons éléments, ont maintenant les périodes suivantes : 671 ans, — 772 ans, — 873 ans, — 955 ans. En outre, cette même comète était accompagnée de masses nébuleuses extrêmement diffuses et très étendues; on n'a pu décider si elles s'étaient détachées de la chevelure ou de la queue.

La comète 1889 V, découverte par M. Brooks, le 6 juillet 1889, et qui revient tous les sept ans, avait quatre compagnons qui s'éloignaient aussi graduellement les uns des autres et qui n'ont pu être retrouvés au retour de 1896. Dans les premiers temps, en 1889, ces compagnons et la comète ont été vus dans une légère nébulosité qui les enveloppait tous.

Ces exemples montrent que les comètes périodiques se désagrègent parfois rapidement; d'ailleurs, la faible cohésion des matières cométaires se révèle fréquemment par un aspect granuleux que présentent souvent les noyaux des comètes périodiques.

Des phénomènes de désagrégation tout différents ont été présentés par la comète 1893 IV, qui n'est pas périodique : sa queue, étudiée par la photographie, était d'abord assez régulière; le 21 octobre, elle fut trouvée tordue et brisée, divisée en fragments nébuleux; et le lendemain, 22 octobre, une partie de la queue, totalement détachée, formait une comète distincte, de 30' de diamètre. Il est à noter aussi que ce fragment détaché s'éloigna rapidement, de manière à se trouver bientôt à plusieurs degrés de la comète, tandis que dans la comète de 1882, après six mois de séparation, les fragments du noyau n'étaient pas à 1' l'un de l'autre.

Sous quelles influences peut se produire ainsi la désagrégation des comètes? On en connaît au moins deux : l'action du Soleil et l'action des planètes.

La plus énergique est celle du Soleil, qui agit très lentement par son attraction (attraction différentielle sur les diverses parties), plus énergiquement par sa chaleur et peut-être par d'autres influences encore mal connues.

C'est au Soleil qu'on doit attribuer la fragmentation considérable du noyau de la grande comète de 1882 qui, circonstance éminemment favorable, a presque rasé la surface du Soleil.

La seconde cause de désagrégation est l'attraction des grosses planètes près desquelles les comètes viennent à passer. Ce sont naturellement les comètes périodiques qui, en raison de leurs retours successifs, sont surtout exposées à cette cause de désagrégation. Ainsi la comète 1889 V, dont on vient de parler, a passé en 1886 très près de Jupiter; et, avec beaucoup de probabilité, on peut faire remonter sa division à cette époque. La désagrégation est alors produite par l'attraction de la planète qui, en raison même de la faible distance, agit très inégalement sur les diverses parties de la comète. M. Callandreaux vient de montrer que dans ces conditions la désagrégation, d'abord très lente, s'accélère rapidement. Plusieurs comètes, dont les éléments sont aujourd'hui très différents, semblent avoir formé à l'origine un seul astre qui a été fragmenté par Jupiter.

Sous l'influence de l'une ou l'autre de ces causes (auxquelles divers astronomes joignent l'action de forces intérieures, magnétiques, électriques, etc.), l'orbite d'une comète doit se trouver jonchée de ses débris. Au bout d'un temps assez long, il peut se former comme une chaîne plus ou moins allongée, ou même fermée en anneau. Si cette chaîne coupe l'orbite de la terre, aux époques où nous passerons par le point de croisement il se produira des étoiles filantes; et celles-ci seront d'autant plus nombreuses que cette chaîne sera plus dense au point actuel de rencontre. Comme en

¹ Cette hypothèse ne peut plus être admise pour le cas des volcans actuels, soit terrestres, soit lunaires.

général la comète ne sera pas entièrement désagrégée, c'est elle qui formera la partie la plus dense; en outre, les plus gros fragments peuvent être visibles d'assez loin et nous apparaître sous forme de comètes voyageant à peu près dans la même orbite que leur mère.

Ainsi s'expliquent très naturellement les familles de comètes et les pluies périodiques d'étoiles filantes. Les discordances entre les éléments actuels de l'essaim et ceux de la comète génératrice tiennent à la différence des perturbations subies par la comète et par l'essaim déjà formé, surtout quand celui-ci est très ancien, comme tel est le cas pour trois de nos grands essaims périodiques. Immédiatement on voit pourquoi les essaims à mouvement direct, à courte durée de révolution, à faible inclinaison, sont moins constants, moins stables : c'est qu'ils rencontrent plus souvent la planète perturbatrice et sont ainsi bien plus exposés à son influence. Tel est le cas des Biélides, qui ont donné, entre autres, les mémorables averses de 1872 et de 1885 et qui, sans doute, en donneront d'autres; la prochaine est attendue cette année ou en 1899. Les perturbations de Jupiter ont déplacé les dates de ces chutes, qui de 1741 à 1847 se produisaient le 6 décembre, tandis qu'en 1872 et 1885 elles ont eu lieu le 27 novembre; et en 1892 la chute s'est trouvée avancée au 23 novembre.

On objecte à cette explication de l'origine des étoiles filantes que, sur plusieurs milliers d'essaims aujourd'hui catalogués, en n'en connaît que quatre¹ qui soient en connexion certaine avec une comète périodique; puisque la Terre rencontre un si grand nombre d'essaims, il faudrait admettre par suite qu'il y en a un nombre inconcevable qui sillonnent tout le système solaire. A cette difficulté (qui n'existe pas dans la troisième hypothèse exposée plus loin) on peut répondre que tous les essaims catalogués ne sont pas nettement distincts les uns des autres². La chaîne d'un même essaim

primitif n'a pas toutes ses parties également perturbées; par suite, ces diverses parties peuvent donner naissance à plusieurs essaims secondaires ayant des éléments très différents.

D'ailleurs la comète génératrice a pu se désagréger complètement ou au moins au point de n'être plus visible pour nous. Les perturbations des planètes ont pu jeter sur notre route des fragments de comètes périodiques qui n'approchent pas elles-mêmes de la Terre. Enfin, les perturbations ont pu aussi dévier certaines comètes qui autrefois croisaient l'orbite terrestre et qui ont alors donné naissance à des essaims que nous rencontrons encore (le major A. Herschel a indiqué ainsi jusqu'à 150 comètes dont les éléments ne sont pas trop différents de ceux de certains essaims).

Malgré cela, il est certainement difficile de concevoir, avec la seule hypothèse de la désagrégation des comètes, que la terre rencontre tant d'essaims.

Il y a encore d'autres objections : comme elles s'appliquent également à la seconde hypothèse nous y reviendrons après avoir exposé celle-ci.

§ 2. — Masses nébuleuses venant des espaces interstellaires.

Les corpuscules qui donnent naissance aux étoiles filantes peuvent provenir aussi de masses nébuleuses venues des espaces interstellaires.

M. Schiaparelli a montré, en effet, qu'une masse continue de matière extrêmement ténue, ou bien une grande agglomération de corps de différentes dimensions, subirait peu à peu, sous l'influence de l'attraction du Soleil, un changement total de forme, et finalement serait changée en une chaîne parabolique *très longue et très mince*. Considérons, par exemple, un nuage cosmique 20.000 fois plus éloigné que le Soleil et de 10' de diamètre apparent (de sorte que son diamètre réel serait 6.000 fois celui du Soleil). Lorsque cette masse passera près du Soleil, sa longueur atteindra 4.200.000 diamètres solaires, tandis que les dimensions transversales, n'atteindront pas le même diamètre. Cette longue chaîne mettra plus de 6.000 ans pour passer tout entière au périhélie; si donc elle coupe l'orbite terrestre, tous les ans, pendant cette longue période, on pourra voir des étoiles filantes; puis le radiant correspondant cessera de donner des météores.

Dans le cas où cette masse aurait assez de cohésion, elle pourrait résister plus ou moins à cet allongement; et si alors les perturbations planétaires la jetaient dans une orbite elliptique, les choses se passeraient exactement comme dans la première hypothèse.

Les deux hypothèses précédentes 1 et 2' rendent compte du phénomène des étoiles filantes dans ses traits généraux; même elles expliquent avec faci-

ESSAIMS	DATES actuelles d'apparition	COMÉTÉS génératrices	PÉRIODE de la comète	DISTANCE minima de l'orbite de la comète à celle de la terre
—	—	—	ans	—
Lyrides . . .	19-30 avril	1861 I Thatcher	415	0,002
Perséides . .	9-11 août	1862 III Tuttle	120	0,005
Léonides . . .	13-14 nov.	1866 I (Tempel)	33	0,007
Androméides ou Biélides . .	23-27 nov.	Biéla	6,7	0,000

L'unité de distance est, comme à l'ordinaire, la distance de la Terre au Soleil, de sorte que 0,001 répond à 123 rayons terrestres, ou environ 150.000 kilomètres.

² M. Callan-Dreux a établi récemment une équation de condition qui doit être satisfaite par les éléments de deux essaims ayant une origine commune, mais dont les dates d'apparition et les radiants sont différents.

Ce serait un travail très utile que de ramener les milliers de radiants connus à un nombre moindre de groupes irréductibles, car alors on verrait bien plus clairement quelles sont les hypothèses capables d'expliquer les faits observés.

lité bien des détails, parmi lesquels on a cité les changements des dates d'apparition, etc. Cependant elles sont loin de se plier à l'explication de tous les faits observés. Elles se heurtent surtout à l'explication des essaims persistants (ily en a qui donnent des étoiles filantes perdant six semaines consécutives), avec radiants soit *fixes* soit *mobiles*, ces derniers se déplaçant graduellement de plusieurs degrés.

On conçoit, en effet, que les radiants mobiles sont incompatibles avec les faibles dimensions transversales de la chaîne météorique provenant soit de la désagrégation d'une comète, soit de la transformation d'une masse nébuleuse venue des espaces interstellaires.

Quant aux radiants persistants et fixes, il est encore plus difficile de les expliquer.

Une belle hypothèse de M. Brédikhine lève une partie des difficultés; ce savant astronome admet que les étoiles filantes, dues encore à des comètes, proviendraient surtout d'émissions nucléaires, c'est-à-dire de matériaux chassés du noyau par quelque force intérieure, comme explosions, etc.; ce qui est admissible, puisque nous voyons des matières se porter les unes à l'opposé du Soleil pour former les queues ordinaires, et d'autres, généralement plus lourdes, former les queues *anormales* dirigées vers le Soleil. Comme ces émissions peuvent être de directions et d'intensités très diverses, chaque comète donnerait ainsi naissance à un grand nombre d'essaims, ayant des éléments bien différents.

En outre, comme ces émissions doivent être plus fréquentes vers le passage de la comète au périhélie, on comprend ainsi qu'il y ait tant d'essaims près de la Terre qui, elle aussi, se trouve assez voisine du Soleil.

On explique ainsi assez bien qu'un lieu d'une chaîne très mince, on ait des anneaux de grandes dimensions traversales, donnant un radiant assez étendu et qui peut persister assez longtemps. Et une comète non périodique peut ainsi donner naissance à des essaims périodiques.

En somme, il y a lieu de regarder l'hypothèse de M. Brédikhine comme un complément indispensable de celle qui attribue l'origine des étoiles filantes à la désagrégation des comètes. D'ailleurs, elle ne lève pas non plus toutes les difficultés de détail; pour les Perséides, notamment, il faudrait admettre des impulsions initiales que, malheureusement, l'observation directe ne confirme pas.

§ 3. — Matériaux rejetés par la Terre.

Suivant une troisième hypothèse, les corpuscules qui donnent naissance aux étoiles filantes seraient des matières lancées par de violentes explosions terrestres, qui se seraient produites surtout à l'époque où notre globe était encore très chaud. Ces corps, supposés lancés avec de très grandes vitesses, ont pu décrire, autour du Soleil, des trajectoires elliptiques, paraboliques ou hyperboliques. Sur ces deux dernières trajectoires, les corps se sont éloignés indéfiniment et pour toujours; mais ceux qui ont une trajectoire elliptique doivent repasser périodiquement par leur point de départ, et finiront par y rencontrer la Terre, donnant alors naissance à des étoiles filantes.

Cette hypothèse aurait l'avantage d'expliquer l'accumulation de courants de corpuscules dans le voisinage de l'orbite de la Terre et des planètes, sans être obligé d'admettre que tout le système solaire est pareillement sillonné, ce qui donnerait un nombre inconcevable de courants météoriques. Mais, comme toutes les théories qui invoquent des éruptions, elle présente une grande difficulté: c'est d'exiger des vitesses d'impulsion énormes, allant même jusqu'à 70 kilomètres par seconde, dans le cas de mouvements rétrogrades; et, en somme, elle a peu de partisans.

En résumé, aucune des trois hypothèses précédentes n'explique complètement tous les faits; mais la première, celle de la désagrégation des comètes, est suffisante dans un grand nombre de cas et peut être regardée comme exacte. C'est de l'observation attentive et suivie que nous pourrions attendre l'explication des difficultés qui nous arrêtent aujourd'hui.

D'ailleurs, aucune autre branche de l'Astronomie n'exige de matériel plus simple; c'est donc aux astronomes amateurs que convient surtout l'observation des étoiles filantes. Et ici encore, la photographie promet de rendre les plus grands services: déjà de plusieurs côtés on a obtenu des traces d'étoiles filantes sur des plaques photographiques.

Le professeur Pickering a même obtenu la photographie du spectre d'un météore. Ce spectre consiste en six lignes brillantes dont l'intensité n'est pas la même dans les différentes parties de la plaque photographique, de sorte que l'intensité de la lumière a changé même pendant le temps fort court employé par l'image du météore à traverser la plaque.

G. Bigourdan,

Astronome à l'Observatoire de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Frolov Michel. — *La Théorie des Parallèles démontrée rigoureusement.* — 1 brochure in-8° de 48 pages avec figures. (Prix : 2 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1898.

Le nom du général Frolov est celui d'un véritable mathématicien et d'un homme de conviction. En parcourant les quarante-cinq pages de la brochure qu'il publie pour démontrer le célèbre postulat d'Euclide, on sent la foi robuste qui l'anime, et l'on retrouve la marque du talent dont il a fait preuve dans beaucoup d'autres travaux. On s'étonnera d'autant plus de le voir partir en campagne avec une telle vigueur, pour démontrer ce qui est indémontrable. Nous ne saurions nous livrer à une analyse de ce travail, fort intéressant quand même, et rechercher la fissure inévitable qui existe dans toutes les tentatives sur ce sujet. Depuis que, d'une façon indéniable, il a été établi que la suppression du postulat permet d'édifier logiquement d'autres géométries que celle d'Euclide, nous assistons à une sorte d'efflorescence de démonstrations nouvelles, souvent ingénieuses, mais nécessairement paradoxales au fond. On croirait que l'esprit humain se révolte contre l'impossibilité d'établir, par la seule logique, ce qui résulte du témoignage de nos sens. On veut, suivant l'expression du général Frolov, qu'on puisse « parler de la Géométrie comme d'une science exacte, qui repose sur une base inattaquable ».

A notre avis, c'est précisément là qu'est l'erreur commune. La Géométrie euclidienne repose sur une base inattaquable, une fois qu'on l'a mise en possession des vérités premières empruntées à l'examen du monde extérieur. Et il en est de même de l'Arithmétique, de l'Algèbre, de l'Analyse infinitésimale, qui n'existeraient pas si ce monde extérieur n'existait pas lui-même. Les géométries de Lobatchefsky et de Riemann reposent, elles aussi, sur des bases non moins inattaquables, mais qui dépendent d'une autre conception de l'espace absolu, sur lequel nous ne savons rien, et ne pouvons rien savoir. Comme tous les faits observés n'apportent aucune contradiction, en partant de la doctrine euclidienne, c'est celle-ci qui peut et doit être tenue pour bonne; et le fait qu'elle a besoin d'axiomes, plus nombreux encore en réalité qu'en apparence, n'apporte nulle atteinte à sa pureté, non plus qu'à son exactitude.

S'il existe des « non-euclidiens », comme on les appelle, pour conclure à l'infériorité de la Géométrie, nous ne pouvons que les plaindre sincèrement. Mais nous nous affligeons aussi de voir des esprits éminents consacrer à une œuvre vaine, à une sorte de jeu de scolastique, des efforts qui produiraient de beaux et utiles résultats, comme cela a déjà eu lieu dans le passé, en s'appliquant à d'autres sujets.

C.-A. L.

2° Sciences physiques

Bodroux (Fernand, Préparateur de Chimie à l'Université de Poitiers. — *Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur quelques composés aromatiques.* Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 brochure in-4° de 96 pages. Masson, imprimeur, place du Lycée. Poitiers, 1898.

On sait combien a été fructueux l'emploi en série aromatique des composés halogénés de l'aluminium; entre les mains de MM. Friedel et Crafts, qui ont fait connaître le mécanisme de la réaction, il a donné

lien à une multitude de synthèses, dont les travaux plus récents n'ont fait qu'accroître encore le nombre; M. Bodroux s'est proposé l'étude systématique de l'action du brome, en présence du bromure d'aluminium, sur les composés aromatiques de structure bien déterminée.

On savait déjà que l'halogène pénètre ainsi dans le noyau et parfois en détache les chaînes latérales; l'auteur, par une suite de recherches qu'il serait trop long d'exposer ici, arrive à formuler à ce sujet les règles suivantes :

1° Le noyau des hydrocarbures benzéniques est bromé jusqu'au maximum.

2° Chez les composés monosubstitués de la forme $C_6H_5 - CH_2 - R$, la chaîne grasse est respectée jusqu'au propylbenzène; au delà, elle est substituée partiellement.

3° Les chaînes latérales renfermant un carbone secondaire ou tertiaire, directement fixé sur le noyau benzénique, sont détruites; la réaction donne alors uniquement de l'hexabromobenzène.

4° Les dérivés monosubstitués du toluène, de la forme $CH_3 - C_6H_4 - CH_2 - R$, dans lesquels R représente un radical gras, sont tous ramenés à l'état de pentabromotoluène.

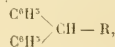
5° Les chaînes latérales restent au contraire en place lorsqu'elles sont unies au benzène par un groupe CH_2 , et qu'elles renferment l'une et l'autre plus d'un atome de carbone.

6° Les composés bisubstitués, dans lesquels les chaînes grasses sont fixées au noyau par un carbone secondaire ou tertiaire, donnent seulement de l'hexabromobenzène.

7° La substitution bromée reste incomplète chez les hydrocarbures à noyau mixte, comme le naphthalène et l'anthracène; exception doit être faite pour l'acénaphène qui se brome jusqu'au maximum.

8° La bromuration des noyaux est totale dans les hydrocarbures qui renferment deux groupes benzéniques, réunis par une chaîne linéaire; celle-ci reste intacte, sauf dans le cas du diphenylméthane, qui se transforme en un perbromure C_6Br_2 .

9° Dans le cas des hydrocarbures du type



la chaîne se coupe quand R est un radical gras; elle persiste quand R est de nature aromatique.

10° La présence d'un groupe AzO_2 empêche la bromuration du benzène, en présence du bromure d'aluminium, et atténue celle des hydrocarbures aromatiques substitués ou à noyau multiple.

11° La substitution bromée reste incomplète quand le noyau est directement lié à des groupes tels que AzH_2 , AzH , CO ou CHO ; elle reste totale chez la plupart des phénols.

Au cours de ce travail, l'auteur décrit un grand nombre de combinaisons bromées et d'hydrocarbures synthétiques qu'il nous est impossible même de signaler; enfin il termine par une étude du spectre d'absorption du brome, qui forme la matière de sa seconde thèse.

Toutes les observations sont faites avec soin et nous ne pouvons que savoir gré à l'auteur de nous faire connaître dans chaque cas les difficultés et parfois les insuccès que l'on rencontre dans l'application de la méthode qu'il a étudiée.

L. MAQUENNE,
Professeur au Muséum.

3^e Sciences naturelles

Binet (A.), Directeur du Laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne, et **Henri (V.)**, Docteur en philosophie. — **La Fatigue intellectuelle.** — 1 vol. in-8° de 338 pages avec 50 figures et 3 planches. (Prix : 8 fr.) Schleicher frères, éditeurs. Paris, 1898.

Le livre de MM. Binet et Henri constitue un plaidoyer eloquent et convaincant en faveur de l'étude expérimentale des phénomènes de la Psychologie, dans leurs rapports avec la Pédagogie en particulier. C'est le premier volume d'une série qui portera le nom de « Bibliothèque de Pédagogie et de Psychologie » : il indique bien les tendances de celle-ci. Les auteurs se plaignent qu'en France les questions de Pédagogie ont trop souvent servi de thèmes à des exercices académiques et oratoires, aussi peu dans la forme que vides dans le fond : et, en cela, ils ont grandement raison. Le discours est à l'académicien ce que « l'enquête » est à l'administration : une fonction naturelle, mais stérile. Ce n'est point par des joutes verbuses qu'on réglera les questions relatives à l'éducation et à l'hygiène intellectuelle de l'enfant ; il y faut de l'expérimentation et des observations scientifiques. De ces deux dernières on fait grand usage aux Etats-Unis et en Allemagne, particulièrement : chez nous, on préfère les phrases. Cela n'est point nouveau. Rivarol disait que le « Français cherche le côté plaisant de ce monde ; l'Anglais semble toujours assister à un drame » ; il eût pu ajouter que le Français a un faible pour les pompes et les grands gestes. César notait déjà des Gaulois qu'ils se laissaient « enchaîner » par les beaux discours. On l'a bien vu pour la discussion qui, il y a dix ans, eut lieu à l'Académie de Médecine, au sujet du surmenage intellectuel. Mais revenons à MM. Binet et Henri.

Le but de leur livre est de montrer la nécessité de l'expérimentation dans l'étude des problèmes pédagogiques. Sur ce point, nulle discussion, nous semble-t-il. La chose est évidente. Encore est-il bon, pour ceux à qui l'évidence n'apparaît point dès l'abord, de résumer les faits et les raisons à l'appui de la thèse, de leur montrer par où pèchent les études ou dissertations antérieures, de leur faire voir la nécessité de ne juger que sur des observations précises et des faits certains. C'est encore de résumer les travaux — récents d'ailleurs — qui ont été faits sur la question de l'influence qu'exerce le travail intellectuel sur l'organisme, tant psychique que physique. Par là, ce volume est un exposé de la méthode moderne des procédés proposés et employés, un exposé des premiers résultats acquis aussi. Et on comprend qu'en troisième lieu le livre de MM. Binet et Henri montre ce qu'il reste à faire.

Il faut bien le dire, cette dernière partie est la plus considérable. En réalité, les auteurs posent et exposent la question bien plus qu'ils ne la résolvent ; ils le savent bien, au reste, et ne se font point d'illusions à cet égard : ils savent être non point au bout d'une piste, mais bien à l'entrée : ils font œuvre d'explorateur, qui relève çà et là les grands traits du terrain et indique les régions où il faut chercher, et non de géographe, qui donne la description complète d'un pays connu jusque dans ses recoins.

Il reste beaucoup à faire, cela n'est pas douteux, mais il était utile de montrer ce qui a été déjà fait.

Le travail intellectuel retentit sur toutes les fonctions du corps, ou peu s'en faut, de suite, ou à plus longue échéance. Ce premier résultat, dont on se doutait bien un peu, — on, ce sont les physiologistes et les psychologues, je ne parle point des orateurs, — a son importance. Et il est bon de montrer par quelles expériences on s'assure du fait, par quels procédés on découvre que le travail intellectuel — quel qu'il soit — exerce une action sur les différentes fonctions. « Aucun travail intellectuel ne peut être exécuté sans retentir sur l'organisme », disent nos auteurs. Et cela ressort nettement des faits par eux accumulés. Il y a une action

sur le cœur, qui s'accélère d'abord, puis se ralentit si le travail se prolonge ; il y a une action sur le poulx, une atténuation du diabolisme ; il y a un effet sur les vaisseaux, qui se rétrécissent d'abord, puis entrent en dilatation ; il y a une accélération primitive des mouvements respiratoires, suivie d'un ralentissement ; la force musculaire est accrue par un travail court et diminuée par un travail prolongé. A coup sûr, il y a des différences dans l'intensité de ces phénomènes : cela dépend du sujet, du genre de travail, et, sans doute, de bien des facteurs encore mal connus ; mais au moins le sens de ceux-ci est-il constant. Il y a une évidente « action de de l'âme sur le corps », une influence certaine du psychique sur le physique, et, dès lors, il faut connaître le sens et l'intensité de cette influence pour régler le travail intellectuel sur les aptitudes physiques. Sans aucun doute, les faits énumérés sont exacts, mais il sera bon d'en reprendre et d'en étendre l'étude ; et le résumé de MM. Binet et Henri indique les méthodes suivies et le parti qu'on en a tiré.

D'autre part, le travail intellectuel retentit aussi sur les facultés psychiques. C'est ici un fait dont on se doutait assurément ; mais il était bon de montrer comment on le met en lumière de façon claire, irrefutable.

Cette partie de l'étude de MM. Binet et Henri est très intéressante, peut-être en raison des incertitudes qui s'y trouvent, et de la conclusion qu'elles appellent. L'étude des effets psychologiques du travail intellectuel a été faite de manières variées, et aucune n'est pleinement satisfaisante. A chacune on trouve des avantages et des inconvénients. Ces derniers l'emportent sans doute. Il est bien difficile d'en trouver une qui fournisse un réactif certain sur lequel on puisse compter. La méthode des dictées, la méthode des vitesses d'additions, la méthode de la mémoire des chiffres, la méthode des calculs, la méthode de la sensibilité tactile, tout cela donne bien des indications : mais on sent aussi que l'on n'est point encore au but. On ne possède point encore la méthode qui sera en Psychologie ce que l'analyse chimique est en Physiologie au point de vue des phénomènes de nutrition ou de respiration. Le réactif spécifique manque, ou, du moins, on ne le connaît point encore. Mais, pour ceux qui voudront reprendre l'étude déjà faite, par les procédés existants, le livre de MM. Binet et Henri sera précieux. Et beaucoup de personnes pourraient, sans grande peine, dans les écoles, recueillir des documents pleins d'intérêt ; toutes les méthodes connues sont décrites là, en détail, et les résultats résumés.

Mais quels sont-ils ces résultats ? Je l'ai déjà dit : des données encore incertaines et contradictoires. Incertaines, parce que l'on ne sait point quelle méthode est la meilleure ; contradictoires, à cause de la variété des méthodes et de leur nombre. Un fait semble pourtant bien assuré : c'est le fait que le travail — chez l'enfant — devient difficile et plus lent après une demi-heure ou une heure, d'où la nécessité du repos. Mais quelle durée de repos faut-il ? Dans quelle mesure un changement de travail peut-il remplacer un repos ? Bien d'autres questions se posent encore.... Et, je le répète, le grand mérite de MM. Binet et Henri est surtout de poser les questions, et de les poser sur leur véritable terrain. Leur livre, cela n'est point douteux, sera une déception pour quelques lecteurs qui penseraient trouver ici la solution de la question traitée ; il ne le sera point pour ceux qui savent les difficultés du problème, qui sentent combien on a fait fausse route jusqu'ici, — ou plus exactement, combien on n'a point fait route du tout, — et qui, voulant s'occuper de la matière, ont besoin de savoir ce qui a été fait, et comment on s'y était pris. MM. Binet et Henri ont produit là une œuvre consciencieuse et utile, qu'il serait désirable de mettre entre les mains des pédagogues intelligents : ils en feraient leur profit, et, par les observations qu'ils seraient à même de faire, — grâce à l'exposé des méthodes, — ils pourraient contribuer à la solution du problème.

HENRY DE VARIÏY.

4° Sciences médicales

Charrin (Dr A.), *Professeur suppléant au Collège de France. — Les Défenses naturelles de l'Organisme. — 1 vol. in-8° de 316 pages (Prix : 6 fr.) G. Masson et Co, éditeurs, Paris, 1898.*

M. le Dr Charrin vient de publier un volume des Leçons qu'il a professées au Collège de France. Le sujet qu'il a choisi comprend un des chapitres les plus importants de la Pathologie générale. S'il est nécessaire de connaître les causes, la marche et l'évolution des processus morbides, il est à coup sûr plus utile de savoir comment l'organisme réagit contre ces causes de perturbation. Avant l'ère de Pasteur, tous les efforts n'avaient abouti qu'à une connaissance approfondie de causes secondes, le plus souvent banales, à une détermination minutieuse des lésions anatomiques, histologiques, produites par les maladies; on constatait l'invasion progressive des épidémies, et c'est à peine si on essayait de circonscrire l'incendie. Aujourd'hui, la voie qui a été ouverte par les travaux des Pasteur, des Chauveau, des Bouchard, nous conduit vers une méthode scientifique rationnelle de Thérapeutique, préventive et curative.

Nous sommes loin encore d'être arrivés au but, et le faible chemin parcouru nous fait mieux distinguer la longueur de la route. Mais le principal, c'est d'être sur la bonne piste. En ce qui concerne la guérison des maladies, les meilleurs moyens thérapeutiques sont ceux que nous avons copiés sur la Nature. Toute la Sérothérapie découle de ce fait qu'un animal ayant subi une première atteinte d'une infection est vacciné contre une seconde. C'est en approfondissant les raisons de ce fait, que Behring a été amené à reconnaître que l'organisme du vaccin fabrique des substances protectrices constamment déversées dans le sang.

De ce que ce phénomène est le mieux connu et le mieux étudié, il ne s'ensuit pas qu'il soit le seul mis en jeu dans la défense de l'organisme. Dans l'état actuel de la science, on peut dire que la lutte contre les microbes, les toxines, les poisons, se fait par des procédés variés. Il est possible que plusieurs de ces procédés puissent rentrer un jour dans le cycle d'un même mécanisme, mais, en attendant, il faut les analyser séparément. C'est ce qu'a fait M. Charrin, en passant en revue tous les actes physiologiques qui se déroulent dans l'organisme envahi par la maladie. Le seul titre de ces Leçons, *Les Défenses naturelles de l'organisme*, montre la part prédominante que prennent, dans les péripéties de la lutte, les différentes fonctions physiologiques sous l'influence des excitants morbides. Le rouage essentiel, indispensable de toutes ces fonctions, consiste dans l'activité de la cellule.

De même que l'état physiologique dépend de l'intégrité de la cellule, l'état morbide consiste dans les modifications apportées au fonctionnement de cette cellule. Aussi, l'importance du rôle fonctionnel de la cellule a-t-elle été mise en lumière dès le début. L'auteur étudie la cellule à un point de vue très général et très élevé; il montre ses relations avec le milieu extérieur et le milieu intérieur, ses variations fonctionnelles adaptées aux nécessités de la défense; il montre les liens et les analogies qui existent entre toutes les cellules vivantes. Le parallélisme entre les cellules organiques et les cellules bactériennes le conduit à une interprétation plus rationnelle des troubles morbides engendrés par les poisons issus de la vie cellulaire altérée. Et cette altération, même limitée à un groupe très restreint d'éléments, peut retentir sur un grand nombre de fonctions, tellement sont intimes les influences réciproques qui agissent à distance par l'intermédiaire de leurs sécrétions synergiques ou antagonistes.

L'admirable plasticité fonctionnelle de la cellule sous l'influence des excitations diverses nous explique la plupart des phénomènes de la maladie et de l'immunité. L'étude des modifications cellulaires qui conduisent à l'immunité a pris, on le conçoit, la place prépondé-

rante, et les résultats sont si encourageants, qu'ils font entrevoir l'aurora de la *Physiologie cellulaire* fondée sur la Chimie, comme complément à la conception de Virchow basée sur l'Anatomie.

Après avoir ainsi montré l'importance de la cellule en général, le brillant professeur passe en revue les groupements cellulaires qui constituent les organes et les étudie dans leurs rapports avec la défense de l'organisme. Les sécrétions de ces différents organes jouent un rôle prédominant en modifiant les humeurs et, parmi ces modifications, une des principales consiste dans les proportions variables des alcalis et des acides.

Le sang et les humeurs présentent normalement une réaction alcaline qui constitue pour l'économie une véritable défense. Aussi l'accroissement de l'acidité des plasmas conduit-elle à la maladie, et celle-ci, en retour, fait apparaître ou augmente cette acidité. Ces modifications permettent d'interpréter un grand nombre des accidents survenus au cours de la croissance, des maladies de la nutrition, des infections. Elles constituent le lien entre une foule de causes secondes et les états morbides qui en résultent. C'est ainsi que le surmenage, la croissance, en diminuant les réactions alcalines des humeurs, favorisent, avec l'évolution bactérienne, des fièvres éruptives, dithénocérie, oreillons, etc. Les alcalis contribuent donc à assurer la résistance vitale. Cela est en plein accord avec les enseignements de la Chimie, qui nous a montré, par les travaux de Bertrand en particulier, l'importance des sels de chaux, de manganèse dans la constitution des ferments, dont le rôle est si considérable.

L'étude spéciale des glandes internes fournit à M. Charrin une série de chapitres des plus intéressants. On sait maintenant, à la suite des travaux des physiologistes, que les sécrétions de ces glandes exercent une influence capitale sur la nutrition, dont elles maintiennent l'équilibre. C'est la glande thyroïde que les découvreuses, dans cette voie, ont mise le plus en lumière. C'est par elle qu'il commence, en exposant les principales théories de l'examen desquelles il résulte que la glande thyroïde possède en même temps une fonction antitoxique et une fonction de nutrition.

L'histoire des capsules surrénales, de la rate, du corps pituitaire, du thymus, des glandes cutanées, des glandes salivaires, prend quelques chapitres. Puis vient une étude approfondie des organes dérivés de l'endoderme; tube digestif, pancréas, foie, glandes génitales.

La défense de l'organisme au moyen des sécrétions internes qui, par leurs fonctions diverses, jouent un rôle dans l'équilibre de la nutrition, est complétée par l'élimination des poisons et des toxines, et c'est à ce titre que les différents émonctoires, pounons, glandes sudorales, mammaires, lacrymales, salivaires, biliaires, intestin, rein, méritaient une description particulière.

Enfin, tous les pathologistes savent à quel degré le système nerveux intervient dans la régulation de tous ces appareils de défense, dans leurs relations réciproques, l'influence qu'il exerce sur la circulation, sur les cellules glandulaires, les échanges, sur la nutrition en un mot. Si quelques phénomènes semblent se produire en dehors de son intervention, à coup sûr le plus grand nombre dépendent d'une excitation venue du névraxe. Aussi, M. Charrin, en terminant son cours par une leçon spéciale sur ce sujet, a bien montré comment tous les moyens de défense naturels sont unis entre eux par un lien commun qui maintient un équilibre parfait.

Le médecin et le savant trouveront dans ce livre des enseignements précieux, car l'auteur a su concilier la clinique et l'expérimentation; il montre une fois de plus que les deux méthodes se complètent. C'est le cas de répéter avec lui : *Rien n'est effacé de la vieille médecine; il n'y a en plus que de lumineuses explications.*

Le style est élégant, imagé, ce qui donne un nouvel attrait à ce volume où, à côté des nombreux travaux passés en revue, abondent les faits personnels et les aperçus originaux.

Dr C. PUISALIX.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

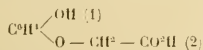
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1^{er} Août 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Duporcq recherche quelles sont les relations entre trois variables qui sont susceptibles d'être représentées par une abaque à alignements. Il suffit que ces fonctions vérifient sept relations données, qui permettent de les mettre sous forme de déterminant. — M. H. Roure adresse une note sur l'intégration des fonctions irrationnelles.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Aignan a étudié la formation du son dans les tuyaux à anche. Pour les tuyaux à anche élastique, la longueur du tuyau n'a pas grande influence sur l'intensité du son et sur sa hauteur, mais, suivant sa longueur, la colonne d'air vibrante que le tuyau renferme réagit diversement sur le mouvement de l'anche. Le son du tuyau résonne avec le maximum de facilité et d'éclat quand l'anche est située sur un ventre de la colonne d'air. Au contraire, si la longueur du tube est telle que l'anche soit sur un nœud, le tuyau ne rend aucun son, même en élevant la pression. — M. M. Berthelot a examiné de petits miroirs antiques trouvés dans des ruines, en Thrace et en Egypte. Ils sont petits, minces et ont été découpés dans des ballons de verre soufflés; dans la concavité, on coulait une couche mince de plomb fondu; puis on ajustait le miroir dans une garniture de métal, de plâtre ou de bois. Ces miroirs étaient brillants et donnaient des images nettes, mais le plomb s'est rapidement altéré au contact de l'air humide. — M. E. Rubénovitch a préparé, par l'action du phosphore d'hydrogène pur sur le sulfate de cuivre à l'abri de l'air, un phosphure de cuivre hydraté noir, de formule $P^2Cu^2.H_2O$. Il s'oxyde très lentement à l'air, mais, déshydraté vers 150°, il devient rouge brun et s'oxyde rapidement. — M. A. Monneyrat, en traitant le bromure de propyle normal $CH^3-CH^2-CH^2Br$ par le brome en présence du bromure d'aluminium anhydre, a obtenu un certain nombre de dérivés bromés du propane; ce sont : le bromure de propylène $CH^3-CHBr-CHBr$; le tribromopropane (1,1)(2) $CH^3-CHBr-CHBr^2$; le tétrabromopropane (1,1)(2)(3) $CH^3Br-CHBr-CHBr^2$. — M. Ch. Moureu a déterminé la constitution du composé C^8H^{10} qui se forme dans l'hydrolyse de l'éthane-dipyracétchine. Les réactions de ce corps conduisent à lui attribuer la formule suivante :



qui est celle de l'acide orthoxy-phénoxyacétique; et la synthèse directe de cet acide a permis de vérifier cette hypothèse.

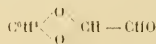
3^{de} SCIENCES NATURELLES. — MM. Matruchot et Dassonville ont observé une épidémie d'herpès sur les chevaux du 12^e régiment d'artillerie; elle est due à l'action d'un champignon qu'ils ont réussi à isoler, à cultiver et dont ils ont vérifié expérimentalement la nature pathogène chez le cobaye et chez l'homme. Ce champignon est un *Trichophyton*, voisin des espèces décrites par Sabouraud et Bodin, mais en différant par certains caractères. — M. Jules Stoklasa, supposant l'existence du fer comme partie intégrante du noyau cellulaire des végétaux, a cherché à l'extraire de différentes plantes : *Pisum sativum*, *Allium cepa*, *Botulus edulis*. Il a réussi à isoler une substance semblable à l'hématogène retiré des jaunes d'œuf par Bunge, et contenant une proportion de fer un peu plus forte. — M. Louis Mangin a

étudié le piétin, ou maladie du pied chez le Blé. Il a constaté que deux parasites, *Urophobolus graminis* Sac. et le *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not., évoluent ensemble dans les entrenœuds et même dans les racines; ils peuvent altérer la rigidité des chaumes et abaisser le rendement. Mais l'influence nocive prépondérante semble due au *Leptosphaeria*. — M. B. Renault a étudié un bel échantillon de *Macrostachya*, recueilli dans le terrain houiller de Commeny. Cette plante possédait un bois secondaire issu d'une assise génératrice permanente. Elle se reproduisait au moyen de macrospores et de microspores, comme certaines Cryptogames vasculaires actuelles.

Séance du 8 Août 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Hatt esquisse une théorie élémentaire de la lunette zénithale. Lorsqu'on vise à travers le liquide contenu dans un vase à fond transparent disposé au-dessus de l'objectif, on obtiendra la distance zénithale de l'objectif par la différence de son pointé au fil mobile avec celui du point R caractérisé par la coïncidence du fil avec son image. — MM. Eug. et Fr. Cosserat appliquent à l'ellipsoïde à trois axes inégaux les considérations et les résultats qu'ils ont obtenus dans l'étude du problème général de la déformation infiniment petite d'un ellipsoïde élastique.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Goldstein, en réponse aux remarques de M. H. Deslandres, montre qu'il n'y a pas de rayons cathodiques simples. Les variations, souvent considérables, de potentiel dans la décharge d'un appareil de Ruhmkorff produisent des rayons cathodiques successifs qui sont inégalement déviés soit par l'aimant, soit par une autre cathode; mais il n'y a pas là une division réelle du faisceau cathodique en rayons plus simples. — MM. T. Marie et H. Ribaut décrivent un procédé qui permet une véritable mensuration des objets vus en stéréoscopie. La méthode consiste à remplacer, dans une deuxième opération radiographique, l'objet par un système de fils opaques, également espacés et disposés dans trois directions rectangulaires, et à superposer d'une façon convenable ces deux couples pour que l'image des fils se reconstitue dans l'espace en même temps que celle de l'objet, dont les différents points seront ainsi repérés. — M. Rozé a observé le 7^{er} août à Bourg-d'Ault. Somme un météore lumineux à 2 ou 3^e à l'est de la Polaire. — M. Ch. Moureu montre que l'aldéhyde-monopyracétchine



est le premier produit intermédiaire de l'hydrolyse de l'éthane-dipyracétchine, et que cette aldéhyde, hydrolysée directement, fournit, comme l'éthane dipyracétchine elle-même, l'acide orthoxyphénoxyacétique. — M. Jean Effront a constaté que la levure de bière, réduite en petits fragments, absorbe l'oxygène de l'air avec élévation considérable de température; cette élévation est due à l'oxydation d'une enzyme contenue dans la levure. — M. Th. Schloesing fils décrit un procédé plus commode et plus rapide que le procédé par déplacement pour doser la quantité d'acide phosphorique dissoute par les eaux du sol. Il consiste à agiter modérément 300 grammes de terre avec 1.300 centimètres cubes d'eau ordinaire pendant dix heures et à doser l'acide phosphorique sur un litre du liquide clarifié par repos et filtré.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — M. Ch. Bouchard a véri-

fié, par la radioscopie comme par la radiographie, la dilatation des oreillettes du cœur pendant l'inspiration. Si le sujet contracte la glotte pendant l'inspiration, ce qui a lieu dans les accès de coqueluche, cette dilatation est plus considérable. Dans l'accès d'asthme, il ne paraît pas y avoir dilatation du cœur ni des oreillettes. — **M. Guillemainot** décrit un appareil permettant de prendre des radiographies de la cage thoracique, soit en inspiration, soit en expiration. L'appareil se compose d'une ceinture adaptée à la taille du sujet, et dont le jeu est destiné à fermer ou ouvrir automatiquement un circuit renfermant l'interrupteur des rayons X. — **MM. S. Arloing et P. Courmont** ont recherché les cultures du bacille de Koch les plus propices à l'étude du phénomène d'agglutination par le sérum sanguin des tuberculeux. Le milieu liquide le plus convenable à l'obtention des cultures cherchées est le bouillon de bœuf ou de veau, peptoné à 1 % et glycérine à 6 %; les cultures doivent être agitées souvent et âgées de huit à douze jours. — **MM. L. Camus et E. Gley** étudient le mécanisme de l'immunisation dans divers cas; ils distinguent l'immunité *naturelle*, caractérisée par le fait que les tissus organiques possèdent une résistance spécifique propre vis-à-vis des substances toxiques, et l'immunité *acquise*, dans laquelle l'antitoxine qui baigne les tissus ne leur confère aucune propriété spécifique, mais se borne à neutraliser chimiquement la toxine. — **M. A. Charrin** établit que des virus ou des toxines déposées chez le fœtus soit directement, artificiellement, soit par la cellule du générateur, peuvent être transmises à la mère à travers le placenta. A son tour, la génératrice peut transmettre à des rejetons ultérieurs les attributs qu'elle a reçus. Ceci expliquerait les phénomènes de télégonie. — **MM. Edm. Perrier et Ant. Pizon** ont recherché l'origine de l'embryon double des *Diplosomides*; ils rejettent l'hypothèse d'un véritable dédoublement de l'embryon et admettent que l'individu ventral se forme simplement par bourgeonnement très précoce de l'autre, bourgeonnement dû à la tachygonie. — **M. Ad. Chatin** poursuit son étude sur le nombre et la symétrie des faisceaux libéro-ligneux du pétiole dans la mesure de la gradation des espèces végétales, par l'embranchement des *Monocotylédones*. — **M. G. Bonnier** résume ses expériences sur la reproduction des caractères alpins des plantes. Il prend des plantes de même espèce, provenant du même pied, les premières maintenues continuellement à très basse température (4° à 9°), les secondes laissées aux variations normales de température des environs de Paris, les troisièmes placées à très basse température pendant la nuit et au soleil pendant le jour. Ces dernières, soumises à des alternances de température extrêmes, ont une taille plus petite que celles des deux premiers lots, des entre-nœuds proportionnellement plus courts, des feuilles plus petites, plus épaisses, plus fermes, une floraison plus rapide. Il est donc possible de provoquer artificiellement ces caractères des plantes alpines chez des végétaux maintenus en plaine, en leur faisant subir une alternance diurne de température comparable à celle qui se produit dans les régions élevées des montagnes. — **M. Em.-C. Teodorosco** a étudié l'influence de l'acide carbonique sur la forme et la structure des plantes. Celles qui se sont développées dans une atmosphère à laquelle on a ajouté de l'acide carbonique ont leur axe hypocotylé (ou leurs premiers entre-nœuds) plus court; mais les entre-nœuds suivants sont plus longs, et, somme toute, la longueur totale de la tige plus considérable. Les entre-nœuds présentent une section souvent plus large et un nombre de faisceaux souvent plus considérable; dans un faisceau, le bois, la zone génératrice et le liber sont plus développés. Les feuilles sont plus épaisses, les cellules du tissu en palissade sont plus allongées et les espaces du tissu acrière plus développés. — **MM. Prillieux et Delacroix** ont étudié une maladie de la Betterave, la *jaunisse*, caractérisée par le jaunissement et le dessèchement des feuilles en juillet et l'arrêt de développement de la racine. Cette

maladie est due à la présence d'une bactérie dans les feuilles; elle se transmet d'année en année par les porteurs-graines sur lesquels la bactérie doit végéter à l'état de spore. LOUIS BAUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Août 1898.

M. Antonin Poncet indique les bons résultats qu'il a obtenus dans cent quatorze opérations de cystostomie sus-pubienne. Cette opération, qui a pour but d'assurer le libre écoulement de l'urine par la voie hypogastrique, se fait par la suture des lèvres de la vessie avec les bords de la paroi abdominale sectionnée. Elle est nécessaire toutes les fois que des accidents prostatiques empêchent le retour de la miction normale. — **M. le Dr Huguet** lit un mémoire sur sa mission au Mzab. — **M. le Dr Bouffé** donne lecture d'un travail sur la diminution de l'activité nerveuse dans les maladies de la peau et notamment dans le psoriasis, le cancer et la lèpre.

Séance du 9 Août 1898.

M. le Président annonce le décès de **M. de Vry**, correspondant étranger. — **M. Vallin** lit le rapport sur le concours pour le prix Clarens. — **M. Porak** lit le rapport sur le concours pour le prix Capuron.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Juillet 1898.

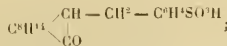
MM. Chantemesse et Ramond ont observé, chez des aliénés, une maladie épidémique rappelant le béri-béri. Elle était caractérisée par des troubles moteurs spécifiques, dus à des lésions de la moelle et des nerfs périphériques. A l'autopsie, tous les organes renferment un bacille protéiforme, dont la toxine, inoculée au lapin, reproduit les mêmes symptômes. — **MM. C. Philippe et de Gothard** ont examiné, par la méthode de Nissl, dix moelles de malades ayant succombé à des affections bronchopneumoniques ou septicémiques et ayant subi la putréfaction cadavérique. Les lésions reconnues, et intéressantes à connaître pour les recherches anatomo-pathologiques, sont : la pigmentation excessive, la rareté des éléments chromatiques, la diminution du nombre. — **MM. Cl. Philippe et de Gothard** décrivent, dans deux cas de polynévrite alcoolique subaiguë, les lésions des cellules nerveuses radiculaires dans tout le segment liberosacré et dans la région cervicale. — **M. C. Phisalix et H. Claude** ont injecté au chien de la culture du bacille de la septicémie du cobaye et ont provoqué une maladie dont les lésions se rapprochent de celles de la méningite cérébro-spinale de l'homme. Cette infection est remarquable par la constance du siège des lésions nerveuses, qui se localisent dans les parties supérieures de l'axe cérébro-spinal. — **M. Ulry** a étudié la sécrétion et l'excrétion des liquides intra-oculaires. L'humeur aqueuse et la partie liquide du corps vitré sont sécrétées par les procès ciliaires; l'humeur aqueuse s'échappe par l'angle irido-cornéen et le canal de Schlemm; l'humeur vitrée est éliminée en arrière au niveau de la papille optique. — **MM. D. Courtade et J.-F. Guyon** exposent leurs recherches sur l'innervation motrice de la région pylorique de l'estomac; ils montrent l'antagonisme des nerfs pneumogastriques, qui exagèrent les mouvements péristaltiques, et du grand sympathique, qui les arrête. — **M. C. Phisalix** met en évidence, dans la peau de la grenouille verte, l'existence d'une oxydase. Celle-ci doit être très répandue chez les animaux à respiration cutanée et doit jouer un rôle dans la fixation de l'oxygène. — **M. H. Roger** a observé une légère épidémie de gastro-entérite due à l'ingestion d'artichauts altérés. Les artichauts cuits sont facilement envahis par des microbes pathogènes (colibacille, microcoque) qui leur donnent une teinte verte.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

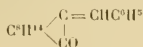
SECTION DE NANCY

Séance du 23 Juillet 1898 (suite).

M. Richard, en traitant le benzyloamphre par de l'acide sulfurique à 66° Baumé, a obtenu l'acide sulfoné :



L'analyse du sel d'argent, cristallisant avec une molécule d'eau, confirme cette formule; il s'est formé comme produit secondaire une petite quantité de benzyldène camphre :



En remplaçant l'acide sulfurique ordinaire par de l'acide fumant, ce produit secondaire ne s'est pas formé. La place du groupe SO_3H n'est pas encore déterminée; l'auteur poursuit l'étude de cette question. Il se réserve également l'étude de la sulfonation du benzyldène camphre, dont il a déjà obtenu le sel de baryum.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES

J. - E. Petavel : Sur la chaleur émise par une surface de platine aux hautes températures. — La première partie du mémoire est relative à la détermination du pouvoir émissif du platine dans l'air et d'autres gaz. La mesure des températures était basée sur les recherches de Callendar et Griffiths, confirmées par celles de Heycock et Neville. On s'est servi du point de fusion du palladium pour contrôler les indications des thermomètres aux hautes températures. Le fil de platine, qui servait à la fois de radiateur et de thermomètre, avait un diamètre de 0,112 centimètres. Il était placé dans l'axe d'un cylindre de verre vertical, qu'on remplissait successivement de différents gaz. Les résultats des expériences sont figurés dans le tableau I; la température est exprimée en degrés centigrades et le pouvoir émissif en unités C. G. S.

Tableau I. — Pouvoir émissif du platine dans différents gaz.

Gaz contenu dans l'enceinte. . .	AIR			ANHYDRIDE CARBONIQUE			HYDROGÈNE			OXYGÈNE	VAPEUR
	1	76	228	6	76	228	6	76	228	228	76
Pression en centièmes de mercure.											
Température en degrés centigr.											
200	0,00043	0,00079	0,00110	0,000435	0,000803	0,00113	0,00216	0,00290	0,00373	0,00107	"
600	0,00081	0,00125	0,00174	0,000820	0,00134	0,001865	0,00308	0,00413	0,00535	0,001755	0,00078
900	0,00117	0,00173	0,00229	0,001295	0,00191	0,00272	0,00385	0,00503	0,00658	0,002335	0,00225
1,200	0,00186	0,00247	0,00297	0,00200	0,00264	0,00338	0,00478	0,00604	0,00793	0,003115	0,00320
1,779	"	0,00497	"	"	"	"	"	0,00941	"	"	"

Dans la deuxième partie du mémoire, l'auteur fait l'étude bolométrique de la radiation émise par le platine de 500° C. à son point de fusion. La théorie indique que le véritable rapport de la variation de la radiation totale avec la température est intermédiaire entre les valeurs obtenues dans la mesure de la chaleur perdue par le corps radiant et celles déduites de la lecture des bolomètres ou thermopiles. Si l'on compare les observations de Boltomley et Schleiermacher, basées sur la première méthode, avec celles de Paschen et de l'au-

teur, faites d'après la seconde méthode, on obtient un excellent critérium pour l'examen des formules qu'on a proposées pour exprimer la loi de la radiation thermique. On voit ainsi que les formules de Dulong et Petit, de Stefan et de Rosetti doivent être rejetées; seule la formule de Weber, entre 400° et 800°, concorde avec les résultats de l'expérience.

Dans une troisième partie, l'auteur détermine la variation de l'éclat intrinsèque du platine avec la température; elle peut s'exprimer par la formule :

$$(I - 400 = 889,6 \sqrt[6,9]{b},$$

où I est la température en degrés centigrades et b l'éclat intrinsèque en bougies par centimètre carré. La constante 400 représente la température à laquelle toute radiation visible disparaît.

E. Taylor Jones : Sur la déformation magnétique du nickel. — Dans un précédent mémoire, l'auteur a donné les premiers résultats de ses recherches

Tableau II. — Influence de la température sur la contraction magnétique du nickel.

CHAMP MAGNÉTISANT en unités C. G. S.	CONTRACTION DU FIL DE NICKEL en millionièmes de sa longueur	
	À 19° C.	À 50° C.
35	7,0	7,5
60	12,5	13,2
80	15,5	16,7
100	20,0	19,6
125	23,6	22,8
150	26,5	25,3
175	29,0	27,6
200	31,1	29,8
225	33,6	31,6
250	35,5	33,3
275	37,0	34,6
300	38,2	35,7
330	39,1	36,8

sur la contraction magnétique d'un fil de nickel; en les comparant avec les valeurs déduites de la théorie

de Kirchhoff, il a constaté que les valeurs observées étaient plus grandes que les valeurs calculées. Pour trouver la cause de cette anomalie, l'auteur a repris ses recherches dans des conditions un peu différentes, et il a examiné en particulier l'influence de la température sur la contraction magnétique.

Les expériences ont porté sur un fil de 83^m,4 de longueur et de 1^m,05 de diamètre, tendu par un poids de 4 kil. 9. Le changement de longueur produit par le champ magnétique était amplifié par un système de

leviers et observé au moyen d'une lunette, d'une échelle et d'un miroir. Le fil était chauffé au moyen d'un courant d'eau dont on mesurait la température aux deux extrémités. Les résultats des expériences sont résumés dans le tableau II.

On voit que l'élévation de température produit une augmentation de la contraction pour les champs faibles (jusqu'à 90 unit. C.G.S.) et une diminution de celle-ci pour les champs plus élevés. Ewing a montré, d'autre part, que l'influence de la température sur la magnétisation du nickel est de même nature; elle est, il est vrai, plus faible, mais le fait s'explique bien, puisque la contraction semble dépendre d'une puissance assez haute de la magnétisation.

D'autres expériences ont eu pour but de déterminer

Tableau III. — Résultats des expériences faites à 10°.

II	I	$\frac{\delta l}{l} 10^6$ calculé	$\alpha 10^6$ observé	$\left(\alpha - \frac{\delta l}{l}\right) 10^6$	$1^{\circ} 10^{-11}$
35	265	- 4,50	- 5,3	- 0,9	34,6
60	331	- 6,05	- 10,0	- 3,95	132,0
80	367	- 6,78	- 13,35	- 6,6	244,0
100	392	- 7,10	- 16,35	- 9,2	363,0
125	414	- 7,05	- 19,9	- 12,8	503,0
150	430	- 6,70	- 22,8	- 16,1	632,0
175	443	- 6,30	- 25,3	- 19,0	756,0
200	452	- 5,38	- 27,35	- 21,8	852,0
225	460	- 4,62	- 28,9	- 24,3	948,0
250	465	- 4,10	- 30,3	- 26,2	1042,0
275	469	- 3,70	- 31,5	- 27,8	1064,0
310	474	- 3,30	- 32,9	- 29,6	1134,0

Influence de la variation de tension du fil sur la magnétisation, et cela dans le but de calculer l'élongation $\frac{\delta l}{l}$, qui, d'après la théorie de Kirchhoff, est égale à :

$$\frac{0,123}{10^{11}} I^2 + \frac{0,00587}{10^{11}} III + \frac{1}{2} II \frac{\delta l}{l},$$

où II est la valeur du champ magnétisant, et δl l'augmentation de magnétisation produite par une augmen-

Tableau IV. — Résultats des expériences faites à 55°.

II	I	$\frac{\delta l}{l} 10^6$ calculé	$\alpha 10^6$ observé	$\left(\alpha - \frac{\delta l}{l}\right) 10^6$	$1^{\circ} 10^{-11}$
35	263	- 4,2	- 5,5	- 1,3	37,9
60	333	- 3,8	- 10,0	- 4,2	136,0
80	365	- 6,6	- 13,3	- 6,7	236,0
100	389	- 6,8	- 16,3	- 9,5	347,0
125	411	- 6,5	- 19,4	- 12,9	482,0
150	426	- 6,0	- 22,2	- 16,2	597,0
175	437	- 5,5	- 24,5	- 19,0	697,0
200	446	- 4,9	- 26,3	- 21,4	787,0
225	453	- 4,4	- 27,8	- 23,4	864,0
250	457	- 3,9	- 29,1	- 25,2	944,0
275	460	- 3,6	- 30,2	- 26,6	948,0

tation δP de tension longitudinale du fil par unité de surface. Ces expériences ont été faites sur le même fil que précédemment, chargé d'abord d'un poids de 1 kil. 4 puis d'un poids additionnel de 7 kilos. En même temps on déterminait la contraction normale α avec un poids de 4 kil. 9. Les déterminations étaient faites à 10° et à 55°. Les tableaux III et IV donnent le résumé des résultats obtenus. Ces tableaux donnent les valeurs de II et

de I, la valeur de $\frac{\delta l}{l}$ calculée d'après la formule ci-dessus, la valeur de α observée, la différence entre la valeur observée et la valeur calculée, et finalement la valeur de 1° à laquelle cette différence est à peu près proportionnelle. L'auteur ne sait pas encore à quelles causes attribuer cette différence.

2° SCIENCES NATURELLES.

F.-E. Batten : Recherches expérimentales sur la dégénérescence primitive des extrémités sensorielles des muscles. Les expériences décrites par l'auteur ont été entreprises dans le but : 1° de montrer que la dégénérescence a lieu d'abord dans la partie du neurone la plus éloignée de la cellule; 2° de reproduire, si possible, dans le faisceau musculaire, certaines modifications qui ont été observées chez l'homme dans les tabes dorsalis.

La méthode était la suivante : Sur des chiens préalablement choisis, on divisait les racines mêlées depuis la cinquième cervicale jusqu'à la première dorsale; puis on tuait les animaux aux périodes suivantes après la section du nerf : 24, 48, 72, 96, 120 heures, 7 et 14 jours. Du muscle biceps, traité par la méthode de Sihler, on détachait des faisceaux musculaires, et on les examinait soit tels quels, soit traités par la méthode de Marchi, soit colorés par la méthode de Marchi-Pal.

Les résultats généraux ont été les suivants :

1° Il existe, dans le faisceau musculaire, une forme spirale de terminaison nerveuse, entourant une fibre musculaire fine, et dans le centre de laquelle se trouvent des cellules larges, claires et non nucléées;

2° Des changements se produisent dans la spirale vingt-quatre heures après la section du nerf; ils sont bien marqués au bout de quarante-huit heures;

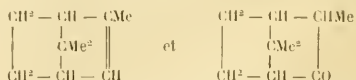
3° La dégénérescence de la gaine médullaire du nerf se produit en même temps sur toute la longueur du nerf après la section;

4° La méthode de Marchi ne peut déceler, dans les cellules intra-musculaires, aucune dégénérescence graisseuse analogue à celle trouvée dans les tabes dorsalis de l'homme.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 16 Juin 1898.

M. G.-T. Moody : Préparation d'une solution d'acide type au moyen de l'absorption directe de l'acide chlorhydrique. — **MM. J. Addyman Gardner et G. Bertram Cockburn,** après avoir décrit les propriétés de l'acide chlorofenchènesulfonique $C^{10}H^{11}ClPO_3(OH)^2$, exposent le résultat de leurs recherches sur les dérivés halogénés produits durant la préparation de cet acide. Ils s'étendent plus spécialement sur le chlorofenchène $C^{10}H^{11}Cl$ et le chlorobromofenchène $C^{10}H^{11}BrCl$. — Dans une deuxième communication, les mêmes auteurs relatent leurs travaux relatifs à l'oxydation de la fenchone. Ce corps résiste mieux que le camphre aux agents oxydants, mais lorsqu'il est attaqué par ceux-ci la décomposition de la molécule est plus complète. On arrive à oxyder ce corps par l'action prolongée au bain-marie de l'acide nitrique concentré; 50 % seulement de la cétone sont attaqués. Les produits d'oxydation isolés sont les acides isocamphoronique, diméthyltricarballique, diméthylmalonique, isobutyrique, acétique et de la nitrofenchone. De leurs recherches, ils croient pouvoir conclure que le fenchène et la fenchone ont respectivement pour formule :



Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

Nouvelle théorie des sphères transinscrites. — *Quand, il y a quelques mois, la Revue conduisit 350 touristes au couvent russe du Rossicon (Mont-Athos), les voyageurs eurent la très agréable surprise d'y être accueillis par un moine qui parlait parfaitement le français. Point n'était besoin d'être grand clerc pour discerner en lui plus qu'un esprit très cultivé, un assoiffé d'idéal et un savant. Mais le père Cyprien — c'est ainsi qu'on l'appelait — cachait modestement sous cette désignation monastique le nom qu'il a rendu célèbre parmi les explorateurs, et s'abstenait de parler de sa science de prédilection. Aujourd'hui, la Revue reçoit de lui le très curieux travail de Géométrie qu'on va lire. Elle le publie sous la forme même que lui a donnée l'auteur, voulant laisser à la pensée du savant russe tout son caractère, et à la façon dont il l'a exprimée toute sa saveur.* L. O.

J'appelle sphère transinscrite à un polyèdre celle qui est tangente à toutes ses arêtes.

On sait que tout polyèdre régulier possède une sphère inscrite et une sphère circonscrite; outre cela, le tétraèdre possède encore quatre sphères exinscrites (pas davantage, car dans ses combles il n'y en a pas). Aucun autre polyèdre régulier ne saurait en admettre, puisque ses faces opposées sont toujours parallèles; mais, à la place de cela, chaque polyèdre régulier (le tétraèdre y compris) possède une sphère transinscrite, qui lui est concentrique, touche toutes ses arêtes en leurs milieux et coupe toutes ses faces suivant des cercles qui leur sont inscrits.

Maintenant, le lecteur peut comprendre pourquoi j'ai donné le nom de « transinscrite » pour ce genre de sphères, puisque, tout en étant inscrites, elles coupent le polyèdre et en sortent par autant de calottes sphériques que le polyèdre a de faces.

Il est facile de démontrer l'existence de pareilles sphères. En effet, soit un polyèdre P de nature quelconque, f sa face et a son arête; R le rayon de la sphère qui lui est circonscrite. Le triangle qui a son sommet au centre et pour base l'arête, est isocèle, car ses deux côtés sont les rayons; par suite, la perpendi-

culaire abaissée du centre sur l'arête tombe en son milieu et est égale à la racine carrée de la différence entre le carré du rayon et celui de la moitié de l'arête, c'est-à-dire

$$\sqrt{R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2};$$

elle est donc constante; la sphère qui l'aura pour rayon, et de plus, aura son centre au centre du polyèdre, sera, par conséquent, tangente à toutes les arêtes du polyèdre en leurs milieux, et elle sera unique de ce genre, c'est-à-dire indépendante de la nature du polyèdre et même de son espèce, car ceux d'espèce supérieure possédant tous un noyau convexe, on pourra raisonner sur ce noyau comme on l'a fait sur le polyèdre ordinaire.

Or, l'espèce d'un polyèdre étant subordonnée à sa nature, on voit que les polyèdres d'espèce supérieure auront les mêmes sphères transinscrites que ceux dont ils dérivent d'après le système de Cauchy.

Les sphères transinscrites ont des propriétés remarquables, mais on appréciera surtout l'importance de ces nouvelles sphères en remarquant que *tandis que les rayons des sphères inscrite et circonscrite ne s'expriment en fonction de l'arête du polyèdre que d'une façon très compliquée, le rayon de la sphère transinscrite s'exprime très simplement en fonction de cette arête*. Par exemple, d'après Cauchy, en prenant l'arête de l'icosaèdre pour unité, le rayon de la sphère qui lui est inscrite est égal à

$$\frac{\sqrt{3}(3 + \sqrt{5})}{12},$$

et celui de la sphère circonscrite à

$$\frac{\sqrt{3} + \sqrt{5}}{2\sqrt{2}}.$$

Dans les mêmes conditions, le rayon de la sphère transinscrite est égal à

$$\frac{\sqrt{5} + 1}{4};$$

on voit combien cette expression est plus simple que les précédentes ; elle ne contient qu'un seul radical et qui se calcule fort aisément ; le même cas se présente concernant les autres polyèdres. Si nous désignons par l l'inclinaison de deux faces adjacentes, et par ρ le rayon de la sphère transinscrite, nous pourrions déduire facilement la formule générale qui servira pour le calcul de la surface et du volume de cette sphère lorsque l'arête du polyèdre est donnée et *vice versa* quand c'est le rayon de la sphère qui est connu. A cet effet, désignons par k le quotient de la demi-circonférence, par π le nombre qui exprime combien les faces du polyèdre en question ont de côtés et par l le quotient de la même quantité par le nombre exprimant combien il y a d'arêtes qui aboutissent à chaque sommet. (De sorte que k et l ne peuvent avoir que les valeurs suivantes : 36° , 45° , 60° , comptant 360° pour la circonférence.)

D'après des formules trigonométriques connues, nous obtiendrons :

$$\rho = \frac{a}{2} \cdot \frac{\cot k}{\cos \frac{l}{2}};$$

ou bien, en éliminant l , nous aurons :

$$\rho = \frac{a}{2} \cdot \frac{\cos k}{\sqrt{\sin^2 k - \cos^2 L}};$$

ce qui veut dire que le rayon de la sphère transinscrite est égal à la moitié de l'arête multipliée par le rapport de la tangente de k au cosinus de la moitié de l'inclinaison entre les faces. Connaissant donc l'espèce et la nature du polyèdre, on peut toujours calculer aisément le rayon de la sphère qui lui est transinscrite, par suite sa surface et son volume, et, réciproquement, l'arête, la surface et le volume du polyèdre, si ce rayon est connu.

La simplicité des formules qu'on trouve comparativement à celles qui correspondent aux sphères inscrite et circonscrite donne un immense avantage à l'emploi de ces sphères sur les autres, et je ne doute pas que leur considération facilitera beaucoup l'étude des polyèdres et simplifiera bien des calculs. Outre cela, les sphères transinscrites ont beaucoup de propriétés fort curieuses :

1. La sphère transinscrite au tétraèdre est moyenne proportionnelle entre les sphères qui lui sont inscrite et circonscrite ;
2. La sphère transinscrite à l'octaèdre est moyenne proportionnelle entre les sphères transinscrites au cube et au tétraèdre de même arête ;
3. Si l'on construit un parallélépipède rectangle avec les rayons des sphères transinscrites au tétraèdre, au cube et à l'octaèdre de même arête, son volume sera égal au cube dont l'arête n'est que la moitié de celle des polyèdres considérés ;
4. La différence entre le rayon de la sphère transinscrite au dodécaèdre et à l'icosaèdre de même arête est égale à la moitié de cette arête.
5. Si l'on construit un triangle équilatéral avec le rayon de la sphère inscrite à l'icosaèdre et qu'on lui circonscrive un cercle, le rayon de ce cercle sera le tiers du rayon de la sphère transinscrite au dodécaèdre de même arête.

La démonstration de ces théorèmes n'offre aucune difficulté et chaque géomètre un peu expérimenté dans l'Analyse les établira sans peine.

Je pourrais citer encore d'autres propriétés de ces curieuses sphères ; mais, ce que j'en ai dit suffit déjà à en montrer l'importance et à faire saisir le rôle utile qu'elles sont appelées à jouer dans les questions de Géométrie, notamment dans le calcul des éléments des polyèdres réguliers, où, ainsi que je l'ai déjà fait voir, elles remplacent avantageusement les sphères inscrite et circonscrite à cause de la simplicité relative de leurs formules.

J'ajouterai qu'elles jouent un grand rôle en Optique dans la réfraction double (phénomène produit par cer-

tains cristaux), ainsi que dans la polarisation de la lumière.

Je terminerai cet article en appelant l'attention du lecteur sur un fait assez curieux : — c'est que ces sphères rétablissent la symétrie des polyèdres conjugués, dérangée par les sphères inscrites et circonscrites. On sait qu'à chaque propriété descriptive ou métrique d'un polyèdre répond une propriété analogue de son conjugué. Or, parmi tous les polyèdres, il n'y avait jusqu'à présent que le cube seul qui s'exprimât rationnellement en fonction du rayon de sa sphère inscrite. Effectivement, aucun autre polyèdre régulier ne peut être exprimé en fonction rationnelle ni du rayon de sa sphère inscrite, ni de la circonscrite, pas même son conjugué, l'octaèdre ne jouissait d'aucune propriété analogue. Ce fait singulier avait déjà piqué la curiosité de bien des géomètres, qui, ne voulant pas admettre qu'il y ait injustice de la part du Créateur, surtout concernant les choses innamées, ne pouvaient comprendre pourquoi le cube seul était favorisé en cela aux dépens de son conjugué. C'était comme un défi jeté à l'esprit humain, cette irrégularité inconcevable !...

Actuellement, cette anomalie n'existe plus, et l'octaèdre a reconquis l'avantage que le cube, son conjugué, avait sur lui, car, à son tour, il est le seul polyèdre régulier qui s'exprime rationnellement en fonction du rayon de sa sphère transinscrite ; son arête est égale au double de ce rayon, tout juste comme celle du cube est égale au double du rayon de sa sphère inscrite.

On peut encore conclure de là que les sphères transinscrites font le pendant des sphères inscrites, ou, comme on dit en Géométrie, leur sont conjuguées.

Père Cyprien.

Moine du Mont-Athos.

Ci-devant Prince C. Wiasensky, explorateur.

§ 2. — Mines

Découverte d'une mine de mica. — M. Schaltenberg, directeur du Musée Polytechnique de la province de Cordoba (République Argentine), nous annonce la découverte d'une mine importante de mica dans les montagnes de Cordoba. Le mica y existerait sous formes de lames de 6 à 30 centimètres de côté, facilement clivables en feuilles minces, susceptibles de rivaliser avec les meilleures marques du Canada. Le talc y est associé ; il s'y trouve en partie sans tache, et est alors de première qualité, et en partie avec quelques taches noires.

§ 3. — Géographie et Colonisation

Deux nouveaux câbles sous-marins français. — Le Parlement a voté en mars 1896 une loi relative à l'établissement, l'entretien et l'exploitation de communications télégraphiques entre la France, l'Amérique du Nord et les Antilles. A cette loi était annexée une convention passée entre les représentants du Gouvernement français, d'une part, et les représentants de la Compagnie Française des Câbles Télégraphiques, d'autre part. Celle-ci s'engageait à faire construire immédiatement deux câbles sous-marins reliant les Antilles à New-York et New-York à Brest. L'entreprise était colossale, car si le câble Antilles-New-York ne devait pas dépasser comme dimensions les types déjà existants, il fallait, par contre, le poser à des profondeurs qu'on n'avait pas encore atteintes et qui, en certains points, sont de 6.000 mètres environ.

Quant au câble de New-York-Brest, il était, tant par sa longueur que par son diamètre et son poids, supérieur à tout ce qui avait été fait jusqu'alors.

La Compagnie Française des Câbles Télégraphiques, pour remplir ses engagements, avait à trouver un constructeur qui voulait bien assumer la lourde responsabilité de vaincre les difficultés sans nombre du problème qu'elle avait posé ; elle choisit la Société Industrielle des Téléphones.

Aujourd'hui, après d'innombrables difficultés de tout ordre, cet énorme travail est terminé.

Nous croyons intéresser nos lecteurs en leur donnant quelques renseignements sur l'œuvre qui vient d'être accomplie, sur la fabrication et la pose des deux nouveaux câbles et sur les services qu'ils sont appelés à rendre. Nous allons rapidement passer en revue ces divers sujets, généralement fort peu connus, en entrant dans autant de détails que nous le permettra le cadre restreint dont nous disposons.

Au centre d'un câble sous-marin se trouve l'âme. Celle-ci comprend le *conducteur*, qui est en cuivre, et une *enveloppe isolante*; cette enveloppe est en gutta-percha. Le conducteur n'est jamais formé d'un seul fil; cela le rendrait trop raide. On le constitue toujours par un certain nombre de petits fils, que l'on câble ensemble. Autour, s'applique la gutta-percha, généralement disposée en trois couches.

On pourrait, à la rigueur, se contenter d'une seule couche plus épaisse de gutta et il y aurait de ce fait une économie de main-d'œuvre. Mais, si l'on songe qu'il suffit de la moindre faiblesse, de la plus petite fissure, en un seul point de l'enveloppe isolante, pour rendre mauvais tout un câble long de plusieurs milliers de kilomètres, si l'on songe aux sommes énormes que représente l'expédition d'un navire de réparations qui doit aller chercher la faute, repêcher le câble, remplacer la partie défectueuse, on admettra sans peine que, pour les fabricants, l'économie de main-d'œuvre n'est qu'un facteur très secondaire par rapport à la sécurité. On a donc intérêt à appliquer plusieurs couches de gutta. S'il arrive par hasard que l'une des couches soit, en un endroit, légèrement fissurée, la faute se trouve presque annulée par l'effet de la couche inférieure ou de la couche supérieure. L'ensemble est bon ou, tout au moins, a beaucoup de chances pour l'être.

Par surcroît de précaution, les âmes, une fois fabriquées et pendant de longs jours, sont soumises à de minutieuses observations et à de nombreux essais. Toutes celles qui laissent le plus léger soupçon sur leur qualité sont impitoyablement rejetées. Nous ne pouvons malheureusement donner aucun détail sur ces observations et sur ces essais. La valeur des méthodes employées est pour beaucoup dans la parfaite exécution d'un câble sous-marin. Le fabricant qui en a obtenu de bonnes au prix d'une grosse dépense de temps, d'argent et d'intelligence, tient à s'en assurer exclusivement l'avantage. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que les méthodes employées par la Société Industrielle des Téléphones paraissent excellentes, si l'on en juge par les résultats qu'elles viennent de donner.

L'âme forme toute la partie du câble que nous qualifierions de directement utile. En effet, elle comprend le *conducteur*, qui transmettra le courant, et l'*isolant* qui empêchera celui-ci d'aller se perdre dans les eaux de la mer. Mais la gutta-percha serait vite endommagée pendant les manœuvres de la pose si on ne la protégeait pas; le câble perdrait son isolement et deviendrait inutilisable.

D'autre part, lorsqu'il y aurait à traverser des mers très profondes, l'âme manquerait de la résistance mécanique nécessaire pour supporter la charge de son propre poids; elle se romprait. Aussi est-on forcé de la recouvrir d'une armature en fils de fer ou d'acier qui doit, selon les cas, jouer un double rôle : résister aux chocs extérieurs, aux frottements, et, lors de la pose en mer profond, porter, sans allongement notable, le poids de plusieurs kilomètres du câble. C'est pour ces raisons que l'*armature* est épaisse et composée de plusieurs couches de fils de fer aux endroits d'atterrissement où le câble est exposé à se trouver en contact avec des roches, à être accroché par des ancres de navire, etc. Elle est, au contraire, beaucoup plus mince et ne se compose que d'une seule couche de fils d'un diamètre relativement faible lorsque la profondeur de l'eau devient plus grande; mais alors les fils employés sont en acier de haute résistance mécanique.

L'âme est séparée de l'armature, et les différentes couches de celle-ci sont séparées entre elles par des matelas de jute qui évitent les contacts trop brutaux. Enfin, à l'extérieur du câble se trouve une dernière enveloppe de jute qui sert à maintenir en place les fils de l'armature, dont les soudures pourraient se rompre.

La Société Industrielle des Téléphones fabrique les âmes dans son usine de Bezons (Seine-et-Oise). Lorsqu'elles ont été essayées et reconnues bonnes, elles sont envoyées à l'usine de Calais, où on les arme après de nouvelles épreuves de vérification. Le navire de pose de la Société, le *François-Arago*, vient s'amarrer juste en face de l'usine. Le câble est transporté de l'usine au bateau par un tunnel, de manière à ne pas gêner la circulation.

Le conducteur qui relie New-York aux Antilles est composé de 13 fils de cuivre : un fil central de 0^{mm},76 de diamètre, et une couronne de 12 fils de 0^{mm},61 de diamètre. Sur ce conducteur est appliquée l'enveloppe isolante, dont l'épaisseur est de 2^{mm},5. Tout cela constitue l'âme, qui reste la même d'un bout à l'autre du câble.

Il en est autrement de l'*armature*. Celle-ci, nous l'avons déjà fait remarquer, varie selon la profondeur de la mer et la nature du fond. Chaque genre d'armature détermine ce que l'on appelle un type du câble. Le câble des Antilles comprend ainsi 4 types :

1^o Le type de *haute mer* A, dont la protection est assurée par 17 fils d'acier de 2^{mm},45 de diamètre, ayant une résistance mécanique de 120 kilos par millimètre carré;

2^o Le type de *haute mer* B, qui diffère seulement du précédent par la résistance des fils d'acier, portée à 145 kilos par millimètre carré;

3^o Le type *intermédiaire*, qui possède 41 fils de fer de 4^{mm},5 de diamètre résistant à 40 kilos par millimètre carré;

4^o Le type de *rive*, qui est muni de deux armatures : à l'intérieur, 17 fils de 2^{mm},45 de diamètre; à l'extérieur, 12 fils de 7^{mm},5, — le tout en fer à 40 kilos.

Ce câble, qui a plus de 2.700 kilomètres de longueur, doit être rangé parmi les plus longs du globe. Il peut transmettre avec facilité 450 signaux par minute, soit 30 mots, en admettant une moyenne de 15 signaux par mot. Il a été posé dans les plus grands fonds qu'on ait jamais atteints.

La fabrication et la pose ont été effectuées avec une rapidité remarquable.

L'âme a été commencée à l'usine de Bezons aussitôt après le vote de la loi, c'est-à-dire dans les premiers jours du mois d'avril 1896. Le 4 juillet suivant, elle était terminée. L'usine de Calais finissait l'armature le 22 août, et, le 1^{er} décembre, le câble était mis en service, bien que la pose eût été souvent contrariée par les mauvais temps, notamment par un cyclone dans lequel le *François-Arago* perdit un homme, faillit sombrer lui-même et subit de graves avaries. Nos lecteurs se feront peut-être, par les chiffres suivants, une idée plus exacte du travail accompli : le câble tout entier pèse 4.000.000 de kilos et il a absorbé 500.000 kilos de jute, 2.600.000 kilos de fer ou d'acier et 120.000 kilos de gutta-percha nettoyée, correspondant à 200.000 kilos de gutta-percha brute.

Mais le câble des Antilles est un petit câble à côté du second, de celui qui relie Brest à New-York. Ce dernier a des dimensions colossales. Sa longueur dépasse 5.700 kilomètres, son poids est de 9.250.000 kilos, comprenant 4.100.000 kilos de jute, 5.500.000 kilos de fils de fer ou d'acier, 930.000 kilos de cuivre et 560.000 kilos de gutta-percha nettoyée, représentant près de 1.000.000 de kilos de gutta-percha brute. Son conducteur est également composé de 13 fils : un fil central de 3^{mm},04 de diamètre et 12 fils de 1^{mm},96. La couche isolante a 3^{mm},5 d'épaisseur.

Il y a 5 types du câble :

1^o Le type A de *haute mer* (fig. 1), dont l'armature est

formée de 24 fils d'acier de 2^{mm},29 de diamètre résistant à 120 kilos par millimètre carré;

2° Le type B de haute mer (fig. 1), 24 fils semblables en acier à 150 kilos;

3° Le type intermédiaire (fig. 2), armature de 15 fils de 4^{mm},5 de diamètre en fer à 40 kilos;

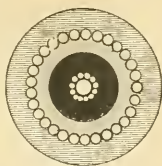


Fig. 1. — Type de haute mer. — Les types A et B de haute mer ne diffèrent que par la résistance des fils d'acier qui composent leur armature. Au centre de la figure, on voit les 13 fils de cuivre qui forment le conducteur. Autour de celui-ci, la partie noire représente l'enveloppe isolante en gutta-percha, puis viennent une couche de jute, les fils d'armature et, enfin, une dernière couche extérieure de jute.

4° Le type côtier (fig. 3), qui possède une première armature de 2^{mm},29 et une seconde armature de 15 fils de 6^{mm},8, le tout en fer à 40 kilos;

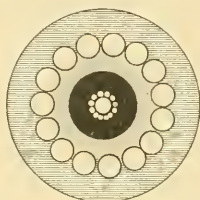


Fig. 2. — Type intermédiaire. — Au centre, se trouve le conducteur, puis viennent : l'enveloppe isolante en gutta-percha, une couche de jute, les fils d'armature et une couche extérieure de jute.

5° Le type d'atterrissage (fig. 4), revêtu aussi de deux armatures de 24 fils de 2^{mm},29 d'une part et 10 torons de 3 fils de 5^{mm},6 d'autre part, de même qualité de fer que le précédent.

Ce câble peut transmettre par minute 16 mots de

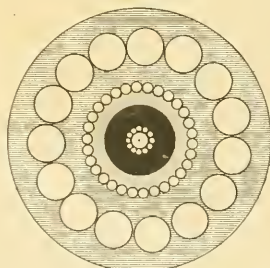


Fig. 3. — Type côtier. — Au centre, se trouve le conducteur, puis viennent : l'enveloppe isolante en gutta-percha, une couche de jute, la première armature, une seconde couche de jute, la deuxième armature et enfin une couche extérieure de jute.

15 signaux. On comprendra que c'est là un rendement très grand si l'on veut bien noter que, pour un type

d'âme donué, la vitesse de transmission varie en raison inverse du carré de la longueur.

Pour se rendre compte de l'utilité des deux nouveaux câbles et de leur importance, il suffit de jeter les yeux sur une carte du monde qui indique les réseaux télégraphiques. Autour des Antilles et de la Guyane, il y a une foule de lignes sous-marines appartenant à une Société française. Mais jusqu'en 1896 elles n'étaient pas reliées à notre pays. Une dépêche provenant des régions énoncées ci-dessus était obligée d'emprunter les voies anglaises pour arriver chez nous. La situation était doublement déplorable, d'abord parce qu'en cas de guerre elle aurait présenté des inconvénients qui sont évidents, ensuite parce que, même en temps de paix, elle nous causait un préjudice fort appréciable. Les dépêches qui allaient des Antilles à New-York par des câbles anglais, passaient évidemment aussi par des lignes anglaises pour venir des Etats-Unis en Europe. C'était autant de perdu pour notre câble New-York-Saint-Pierre-Brest déjà existant. En outre, celui-ci étant déjà ancien, il y avait toujours à redouter un accident possible, qui aurait interrompu la seule communication française entre le Nouveau et l'Ancien-Monde.

Il était, par conséquent, d'un intérêt immense de poser les deux nouveaux câbles dont nous venons de parler.

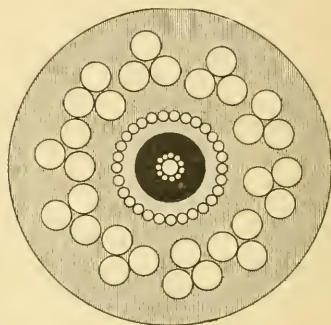


Fig. 4. — Type d'atterrissage. — Au centre, se trouve le conducteur, puis viennent : l'enveloppe isolante en gutta-percha, une couche de jute, la première armature, une autre couche de jute, les torons de trois fils formant la deuxième armature et enfin une dernière couche extérieure de jute.

L'ayant parfaitement compris, le Gouvernement français a accordé une subvention à la Compagnie Française des Câbles Télégraphiques, subvention qui a nécessité le concours du Parlement et donné lieu à la loi du 23 mars 1896.

Nous devons donc constater avec une patriotique satisfaction l'heureux achèvement des opérations prescrites par cette loi, puisque, commercialement et politiquement, notre pays va en retirer des avantages fort appréciables. Mais, il y a plus : la fabrication et la pose des nouveaux câbles constituent le plus grand travail de télégraphie sous-marine qui ait encore été accompli. Notre industrie qui, en cette branche, était restée fort en arrière, vient, pour la première fois, de se mettre au niveau de l'industrie anglaise. On peut même dire qu'elle l'a dépassée : on comprendra l'importance d'un tel effort, si l'on songe que jusqu'à présent nos voisins étaient ou paraissaient être les seuls fabricants de câbles sous-marins pour le monde entier.

Aujourd'hui il faut revenir de cette idée et admettre que l'industrie française peut à cet égard rivaliser avec l'industrie anglaise. La Société Industrielle des Téléphones vient de le prouver par des actes; nous ne saurions trop l'en féliciter.

Louis Olivier.

L'ANALYSE D'UNE COURBE PÉRIODIQUE

PAR LE PROCÉDÉ DE LUDIMAR HERMANN

1

Au cours de ses recherches sur le timbre des voyelles, Hermann ¹ s'est proposé de retrouver les sinusoïdes constituant une courbe périodique donnée. Cette opération est généralement fort laborieuse; le procédé de Hermann est rapide, très simple et d'une précision très suffisante. C'est ce qui nous a engagé à le faire connaître.

Une courbe périodique peut toujours se représenter par une série de Fourier de la forme :

$$y = A_0 + A_1 \cos x + A_2 \cos 2x + \dots + B_1 \sin x + B_2 \sin 2x + \dots$$

L'association de deux termes de même rang en cos et sin, par exemple $A_n \cos nx + B_n \sin nx$, représente la sinusoïde de longueur d'onde n fois plus petite que la longueur d'onde de la courbe périodique donnée.

L'ordonnée maxima de la sinusoïde est donnée par

$$C_n = \sqrt{A_n^2 + B_n^2}$$

et la phase par

$$y = \arctg \frac{A_n}{B_n}.$$

Enfin, l'énergie correspondant à chaque sinusoïde dans un temps déterminé est donnée par

$$\begin{aligned} e_1 &= C_1^2 \\ e_2 &= 4 C_2^2 \\ e_3 &= 9 C_3^2 \\ &\dots \\ e_n &= n^2 C_n^2 \end{aligned}$$

Le problème sera donc complètement résolu par la détermination des coefficients A et B .

Supposons que le terme tout connu A_0 soit nul; cela revient à déplacer l'axe des x ; dans la plupart des cas, cela n'a aucun intérêt. Si cependant on désire connaître A_0 , ayant toutes les autres valeurs A_n et B_n , il suffirait de mesurer sur la courbe une valeur particulière de y , par exemple celle qui correspond à $x = 0$, et de tirer A_0 de la formule.

Le procédé de Hermann donne les vingt premières valeurs de A et B ; voici le manuel opératoire :

On marque sur la courbe à étudier les deux extrémités d'une période, et l'on mesure dans cet intervalle quarante ordonnées équidistantes, la première étant l'ordonnée à l'origine qui se re-

trouve comme quarante et unième ordonnée. L'axe des x choisi doit être tel que toutes les ordonnées soient positives.

On inscrit toutes ces ordonnées dans une même colonne, à la suite les unes des autres, sur un papier quadrillé.

Dans une table dressée par Hermann, on cherche les produits de chaque ordonnée par $\cos 9^\circ$, $\cos 18^\circ$, etc., etc... $\cos 90^\circ$, l'angle variant de 9° en 9° . On inscrit ces produits à la suite les uns des autres, dans la ligne de l'ordonnée correspondante, chaque produit occupant un carré comme dans le tableau de Hermann. On a ainsi un tableau comprenant 40 lignes et 11 colonnes.

Sur ce tableau, on applique successivement une série de papiers fenêtrés, et l'on fait la somme algébrique des nombres qui apparaissent dans les fenêtres. Ces fenêtres portent le signe $+$ ou le signe $-$, suivant que le terme correspondant est additif ou soustractif.

Il y a un papier fenêtré spécial pour chaque terme A_n ; en le retournant face pour face, on a le papier fenêtré correspondant au terme B_n .

Les opérations se font très vite, car le tableau de Hermann donnant les valeurs de $y \cos x$ ne comporte pas de décimales; les plus forts nombres sont de trois chiffres.

Pour me rendre compte du degré d'approximation que l'on obtient ainsi, j'ai fait la synthèse d'une courbe périodique, comprenant les sinusoïdes de période 1, 2, 3, 4, 8, 12, 16, 20. Puis j'ai cherché, en appliquant la méthode de Hermann, à extraire de cette courbe périodique les sinusoïdes introduites.

Voici les résultats obtenus :

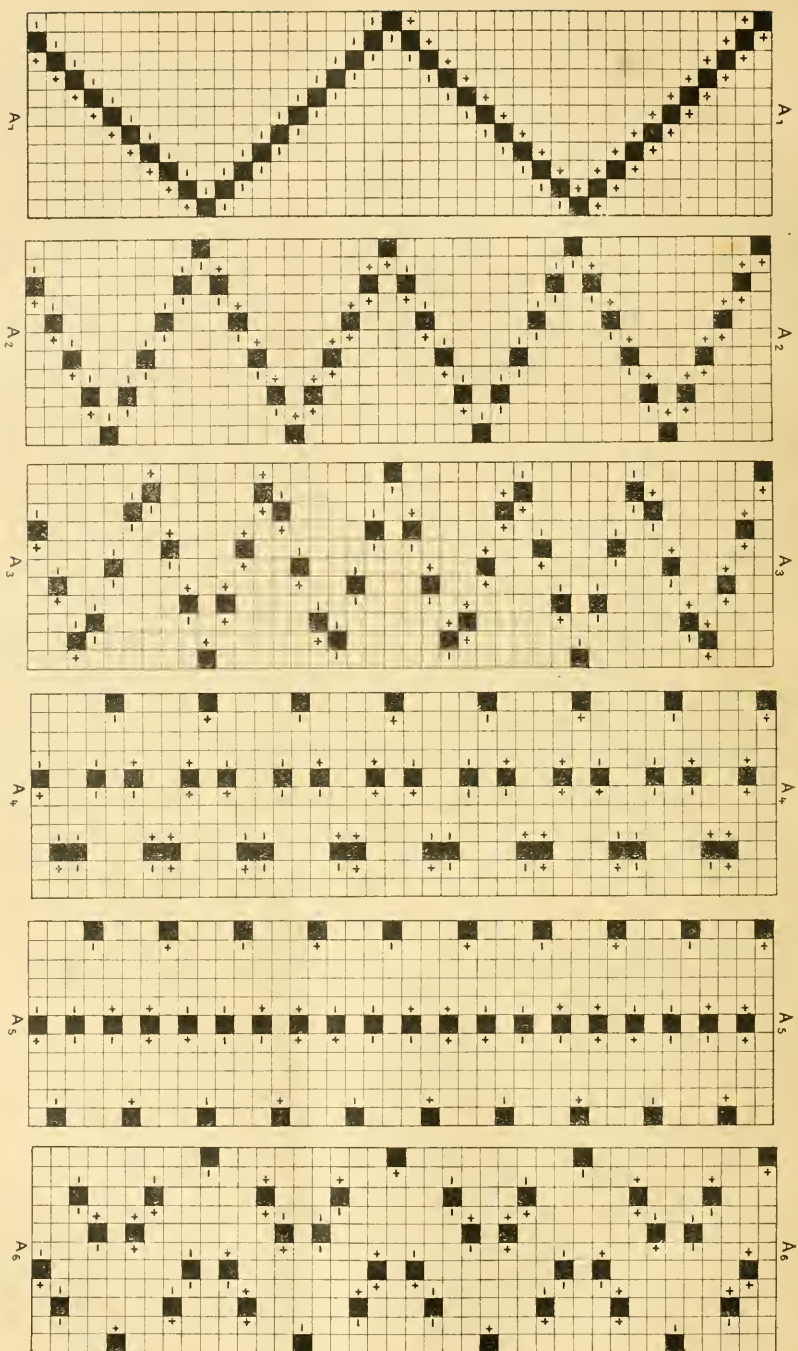
RANG DE LA SINUSOÏDE	ORDONNÉE INTRODUITE	ORDONNÉE EXTRAITE
1	100	99,1
2	52	52,7
3	34,5	34,2
4	27,5	27,4
8	34,5	34,4
12	11	11,0
16	21	21,4
20	11	

Je n'ai pu extraire la dernière sinusoïde, n'ayant pas le papier fenêtré correspondant.

L'ordonnée extraite comporte des décimales, parce qu'il faut diviser par 20 le nombre trouvé après addition algébrique des divers termes. J'ai déjà dit que ces termes ne comportent pas de déci-

¹ Voir : L'inscription des phénomènes phonétiques, par M. J. MAREY, *Revue générale des sciences pures et appliquées* du 30 juin 1898.

Fig. 1. — *Papiers fonctionnels pour l'analyse d'une coupe par la méthode de Hermann.* — Pour s'en servir, il faut les reporter sur un papier quadrillé, de la même dimension de carrés que celui qui servira à dresser les tableaux de 10 lignes et 11 colonnes, et couper à jour les carrés ombrés. En prenant les signes inscrits à la droite de ces carrés, on aura les termes A ; en retournant chaque papier face pour face et prenant les signes marqués à la gauche des carrés, on aura les termes B correspondants.



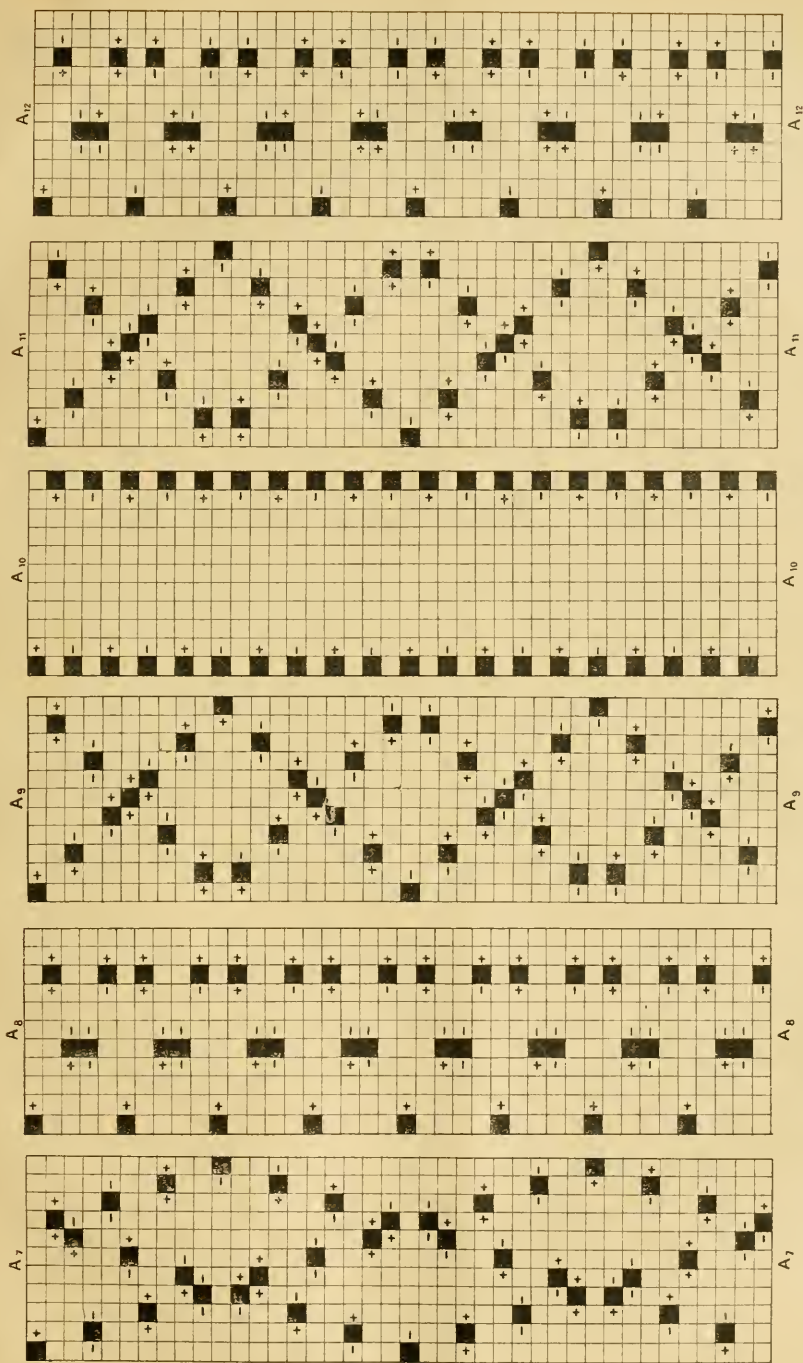


Fig. 2. — *Papiers fenêtrés pour l'analyse d'une couche par la méthode de Hermann.* — Pour s'en servir, il faut les reporter sur un papier quadrillé de la même dimension de carrés que celui qui servira à dresser les tableaux de 40 lignes et 44 colonnes, et couper à jour les carrés ombrés. En prenant les signes écrits à la droite de ces carrés, on aura les termes A_1 ; en retournant chaque papier face pour face et prenant les signes marqués à la gauche des carrés, on aura les termes B correspondants.

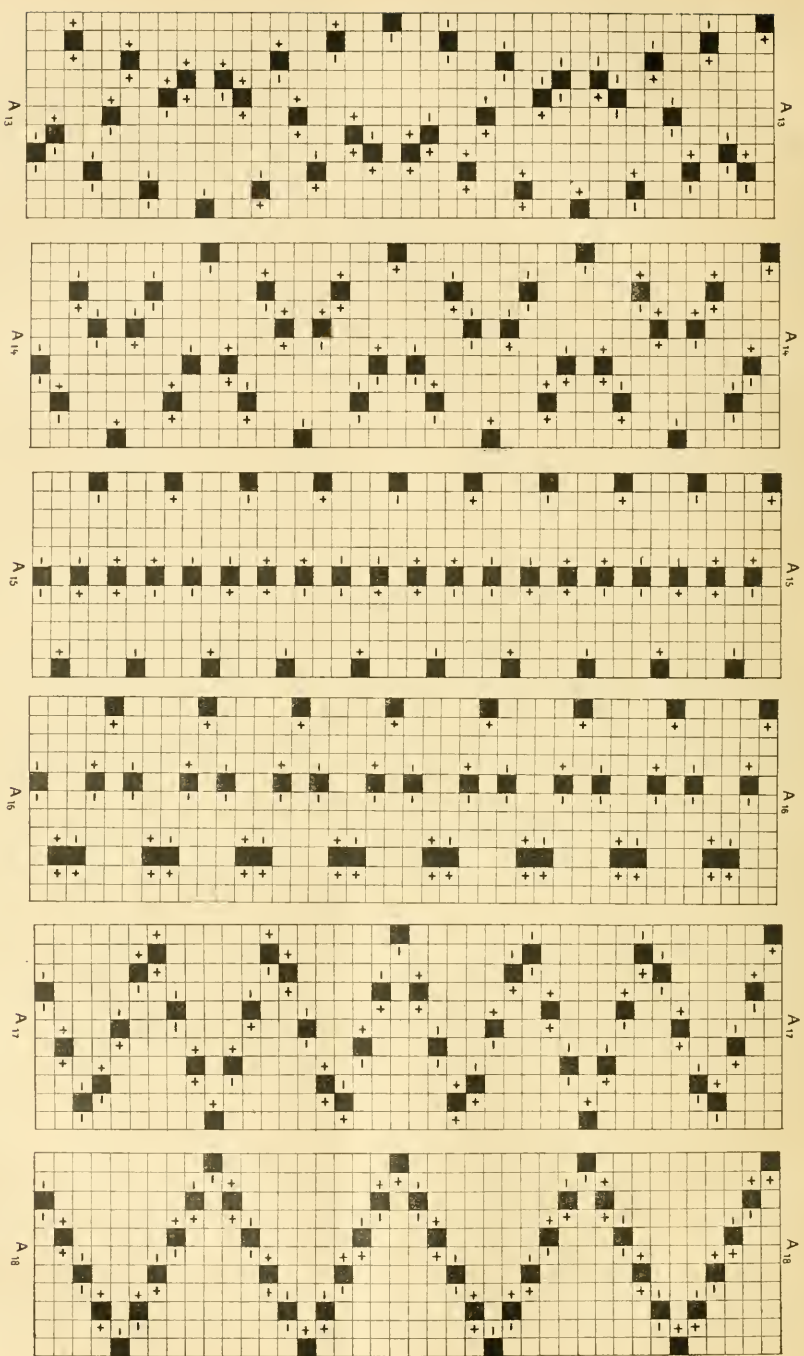


Fig. 3. — *Papiers foulés pour l'analyse d'une combe par la méthode de Hermann.* — Pour s'en servir, il faut les reporter sur un papier quadrillé de la même dimension de carrés que celui qui servira à dresser les tableaux de 40 lignes et 11 colonnes, et couper à jour les carrés ombrés. On prendra les signes inscrits à la droite de ces carrés, on aura les termes A, en retournant chaque papier face pour face et prenant les signes marqués à la gauche des carrés, on aura les termes B correspondants.

Tableau des produits d'une coordonnée y par les cosinus de 0° à 90° .

[illegible]

Cette table peut être facilement continuée pour les valeurs de y supérieures à 10

males; ils sont, par suite, entachés d'une erreur assez considérable, et il y a lieu de se demander comment il se fait que le résultat ne soit pas plus défectueux.

Mais il faut remarquer que chaque total comprend vingt termes additifs et vingt termes soustractifs, tous entachés d'une erreur de même sens, l'erreur probable totale est donc relativement petite.

11

Voyons maintenant comment s'explique la méthode de Hermann.

Considérons une courbe périodique représentée par la série de Fourier :

$$y = A_1 \cos x + A_2 \cos 2x + \dots + B_1 \sin x + B_2 \sin 2x + \dots$$

en nous limitant au vingtième terme en cos et en sin. Si, dans une période, nous mesurons quarante ordonnées équidistantes, elles correspondent à des augmentations de la variable égales à $\frac{360}{40} = 9^\circ$.

Par conséquent, tous les coefficients A et B sont multipliés par un terme :

$$\begin{aligned} &\pm \cos 0^\circ \pm \cos 9^\circ \pm \cos 18^\circ \dots \pm \cos 90^\circ \\ &\pm \sin 0^\circ \pm \sin 9^\circ \pm \sin 18^\circ \dots \pm \sin 90^\circ \end{aligned}$$

Les termes de la deuxième ligne se retrouvent tous dans la première; par conséquent, on ne trouve comme coefficients de A et de B que 10 valeurs différentes.

Si on mesurait quarante ordonnées quelconques en portant les valeurs de x et y correspondantes dans la série de Fourier, on aurait quarante équations du premier degré à quarante inconnues à résoudre; ce serait, pour chaque détermination, une opération des plus laborieuses. Grâce au choix particulier des ordonnées mesurées, les choses vont se simplifier beaucoup.

Multiplions les quarante équations obtenues à l'aide des ordonnées mesurées par des coefficients indéterminés a, b, c, d , et ajoutons-les. Posons ensuite, comme conditions, que tous les coefficients

de $A_1, A_2, \dots, B_1, B_2, \dots$ s'annulent, sauf celui que nous voulons déterminer.

Nous aurons trente-neuf équations de condition à satisfaire, la quarantième étant :

$$ay_1 + by_2 + \dots = A_n M.$$

Cette équation donnera la valeur de A_n .

En opérant de la sorte, on trouve que a, b, c, \dots sont des valeurs cos 0° , cos 9° , cos $18^\circ, \dots$; les valeurs à ajouter se trouvent donc dans le tableau de 11 colonnes et 40 lignes dressé à l'aide des ordonnées mesurées et du tableau de Hermann; le calcul nous indiquant quelles sont les valeurs à prendre pour en faire la somme algébrique, nous pouvons faire un papier fenêtré qui les mette en évidence.

On trouve pour M la valeur 20.

En répétant cette même opération pour tous les coefficients A et B on aura les papiers fenêtrés s'appliquant à un cas particulier quelconque.

Ce calcul est extrêmement laborieux. Hermann l'a fait une fois pour toutes et a construit les papiers fenêtrés pour les 18 premières sinusoïdes.

Nous donnons ici la reproduction de ces 18 papiers (A_1 à A_{18} , fig. 1, 2 et 3). Pour s'en servir, il faut les reporter sur un papier quadrillé de la même dimension de carrés que celui qui servira dans la suite à dresser les tableaux de 40 lignes et 11 colonnes, et couper à jour les carrés ombrés. En prenant les signes inscrits à la droite de ces carrés, on aura les termes A. En retournant chaque papier face pour face et prenant les signes marqués à la gauche des carrés, on aura les termes B correspondants.

Nous donnons aussi (page 673) le tableau de Hermann pour les valeurs y cos x . Nous nous sommes arrêté à $y = 100$; si, dans un cas particulier, on avait besoin d'une valeur supérieure de y , il serait très facile de prolonger le tableau ou de calculer isolément la valeur y cos x dont on aurait besoin.

G. Weiss,

Professeur agrégé de Physique
à la Faculté de Médecine de Paris.

COMMENT LA NATION RUSSE S'EST-ELLE FORMÉE ?

L'histoire de la Russie ne remonte pas au delà du IX^e siècle de l'ère chrétienne. Ce que les anciens nous apprennent sur les Scythes et les Sarmates n'a aucun rapport avec cette histoire. Au IX^e siècle, le sol de la Russie actuelle nous apparaît peuplé

par trois groupes différents : des Slaves, des Finnois et des Turcs (fig. 1). Dans le bassin du Volkhov, du haut Volga, du haut Dniéper, du Boug et du Dniester habitent des peuples slaves. Ils appartiennent à cette grande race qui, par la Pologne et les pays baltiques, s'étend alors jusqu'à la rive droite de l'Elbe (elle a bien reculé depuis à l'Ouest, mais elle s'est dédommée en Orient); qui,

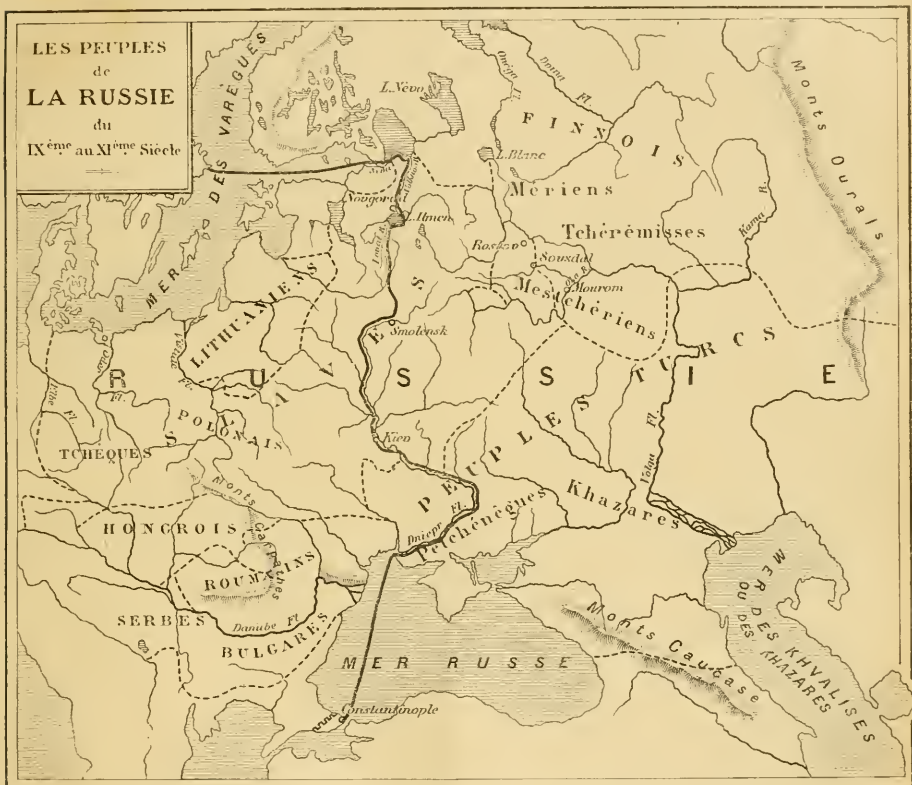
¹ Résumé d'une conférence faite à bord du *Versailles*, pendant la croisière organisée par la *Revue générale des Sciences*, en Danemark, en Suède et en Russie.

par la Moravie et la Bohême, rejoint les Slovènes et les Croates ; qui franchit le Danube et occupe — par les Serbes et les Bulgares — tout le Nord de la Péninsule balkanique. Les peuples slaves de la Russie portent des noms qui ont aujourd'hui, pour la plupart, disparu, ou qui ne se conservent que dans des dénominations topographiques, noms de fleuves ou de villes, Slovènes, Polotchanes, Via-

Tchérémisses ; d'autres ont laissé leur nom à des villes, par exemple Mourom, dans le gouvernement de Vladimir, ou à des familles.

Au Sud-Est habitent des peuples de race turque, les Petchénègues, les Khazares.

Les peuples slaves, essentiellement agriculteurs, ont été pendant de longs siècles étrangers aux idées de conquêtes. Ils constituent, ainsi que les Finnois,



Créé par F. E. Verriani, 7, rue d'Alger, Paris.

Fig. 1. — Les peuples de la Russie du IX^e au XI^e siècle.

— Chemin qui menait du pays des Varègues à Constantinople.

titchés, Boujanes (sur le Boug), Dregovitchés, Drevlianes, Radimitchés, Polianes, Siévériens, Viatitchés, Ouglitchés, Tivertsien.

Ils confinent à l'Ouest avec des Lithuaniens, à l'Ouest, au Nord et à l'Est avec des Finnois, Tchoudes et Karéliens (sur les bords de la Baltique), Tchoudes sur les bords de la Dvina, Mériens, Tchérémisses, Mestchériens, Mordvines, Biar-

miens.

Quelques-uns de ces peuples subsistent encore aujourd'hui, par exemple les Mordvines et les

une masse flottante, invertébrée, gélatineuse. Ils forment une matière ethnique, ils ne constituent pas une nation ; ils vivent divisés en une infinité de tribus, dans un état d'anarchie absolue, n'ayant ni besoin ni envie de s'organiser. Les mots qui désignent l'autorité suprême sont encore aujourd'hui chez les Russes — et d'ailleurs chez tous les Slaves, race anarchique — des mots étrangers : tsar est venu du latin César ; Kniaz (prince), du germanique *Kuning* (König, roi) ; Korol (roi), du germanique *Karl*, Karl (d'où, chez nous, Charles).

I

Pour galvaniser ces masses dormantes, pour les faire naître à la vie politique, il faut l'arrivée, l'intrusion brutale d'un élément étranger.

C'est là un phénomène qui s'est produit plus d'une fois au Moyen-Âge.

Les Francs Germaniques ont façonné les Gallo-Romains et fait la France; les Normands Scandinaves ont fait l'Angleterre; la Bulgarie porte encore aujourd'hui le nom d'un peuple ouralien qui vint, il y a douze siècles, organiser une partie des peuples balkaniques. Le même phénomène se produisit en Russie à la fin du ix^e siècle.

Un historien latin a appelé la Scandinavie la matrice des nations. Les Normands ont laissé leur nom à l'une des plus belles provinces de France, organisé l'Angleterre, créé un royaume en Italie. Ce sont eux aussi qui ont fait la Russie. Dix siècles plus tard, comme ces enfants qui battent leur nourrice, la Russie s'est retournée contre la Suède et lui a pris la Finlande.

Les Normands étaient, par excellence, marins et pirates. Constantinople les attirait. Mais elle était bien difficile à atteindre par l'océan Atlantique et la Méditerranée. La Russie, au contraire, offrait une voie plus rapide et plus facile. Au premier abord, cette proposition paraît quelque peu paradoxale. Il suffit de jeter les yeux sur une carte pour constater qu'une voie fluviale presque ininterrompue réunit la mer Baltique (l'ancienne mer des Varègues normands) à la mer Noire, et, par conséquent, la péninsule scandinave à la péninsule balkanique. Une barque pénètre dans la Néva, puis dans le lac Névo (ou Ladoga), elle remonte le Volkhov, traverse le lac Ilmen, remonte le cours de la Lovat, est ensuite tirée et roulée sur un *portage*, c'est-à-dire sur une chaussée spéciale soigneusement entretenue, pénètre dans le Dniéper et n'a plus qu'à se laisser glisser sur ses eaux bleues ou jaunes pour arriver dans la mer Noire. De même, par le lac Ilmen on pouvait aisément gagner le réseau du Volga ou celui des fleuves qui se déversent dans la mer Blanche. Les canaux ont aujourd'hui remplacé les portages; mais le peuple n'a point oublié le rôle qu'ils jouaient dans les annales primitives de la Russie. Il a conservé leur nom (Voloč, Voločok) à un certain nombre de localités. Aujourd'hui encore, dans certains districts du Nord, on les considère comme des endroits sacrés, et, sur certains d'entre eux, les passants sont tenus de jeter des branches, des herbes ou des pierres. C'est évidemment un souvenir de la corvée qui obligeait naguère les voyageurs à contribuer à l'entretien de ces chaussées indispensables.

C'est vers 862, suivant une chronique russe, que le nom de la Russie apparaît pour la première fois dans l'histoire; c'est celui d'une tribu scandinave, la *Rous*, qui, conduite par un chef appelé Rurik, vint s'établir à Novgorod, sur le lac Ilmen. Les noms de nos premiers rois niéovingiens suffisent à attester leur origine germanique; de même, ceux de Rurik et de ses compagnons attestent leur origine scandinave¹. Ce qui la prouve encore bien plus, c'est leur façon d'agir, c'est leur esprit d'initiative, c'est le caractère de leurs expéditions fluviales et maritimes. Sous la direction de ces hardis compagnons, les Slaves inertes se transforment, deviennent à leur tour des guerriers et des pirates entreprenants, des marins audacieux. Les Varègues normands échangent bientôt leur idiome scandinave contre la langue slave parlée par les peuples soumis; il n'a laissé que peu de traces en russe, notamment le mot knout (anglais *knot*, nœud), dans lequel les ennemis de la Russie voyaient naguère le symbole de ses origines soi-disant mongoles.

En revanche, les Slaves prennent le nom de leurs conquérants : peu à peu les tribus oublieront leurs dénominations primitives pour celui de la *Rous* ou des Rous qui les ont subjugués. Le nom primitif est Rusi; plus tard, par coquetterie, pour plaire aux Grecs qui disaient Rhôs, on a écrit Rossia.

La première étape des Varègues est Novgorod-la-Grande sur le lac Ilmen; de Novgorod, les débouchés sont faciles sur la Baltique et sur les divers réseaux fluviaux dont j'ai parlé tout à l'heure. Quand plus tard Pierre le Grand établira sur la Néva le centre politique de son empire, il ne fera que ramener la Russie à son point de départ.

En 862, les Russes sont à Novgorod; trois ans après, ils descendent à Kiev. Kiev est la seconde étape de l'histoire russe. Les hardis navigateurs franchissent les cataractes du Dniéper (Constantin Porphyrogénète nous a conservé les noms *scandinaves* de ces cataractes), et, dès 863, ils vont se heurter aux murailles de Constantinople. Kiev, voisine de Byzance, devient la capitale de la dynastie de Rurik. De là, on pouvait aisément surveiller les grasses régions du Danube où l'on trouvait, dit la chronique, « de l'argent, des étoffes, des fruits, des vins, des chevaux, de la peau, de la cire, du miel et des esclaves ».

Ces premiers princes scandinaves ne songent

¹ La plus ancienne chronique russe, dite de Nestor, nous a conservé tous ces noms; voir ma traduction de cette chronique (librairie Leroux, 1874). On a constaté de curieuses analogies entre les types des anciens guerriers Varègues d'après les miniatures russes et ceux de la tapisserie de Bayeux.

point à centraliser leur domination; ils n'ont rien de commun avec les futurs tsars de Moscou. Ils n'entreprennent aucune expédition importante sans l'avis conforme de leurs leudes (droujina); ils partagent leurs domaines entre leurs fils, ils créent autour de Kiev tout un système d'apanages (fig. 2); les princes apanagés sont naturellement tentés d'agrandir leur lot, parfois aux dépens de leur

nouvel État russe, le christianisme lui serait sans doute venu de la Suède sous la forme latine. La Russie serait entrée en rapports intimes avec la culture occidentale, se serait pénétrée d'elle. La marche de la civilisation eût été beaucoup plus rapide, les alliances avec les puissances occidentales plus faciles, la lutte contre certaines d'entre elles, notamment la Pologne, aurait pris un carac-



Fig. 2. — La division de la Russie en apanages.

frère ou cousin; le plus souvent aux dépens des peuples finnois ou tures, qu'ils absorbent peu à peu.

II

Les Russes Varègues-Slaves, et de plus en plus slavisés, ne réussirent pas à imposer leur domination à Constantinople, ni même à mettre définitivement le pied dans la Péninsule balkanique. En revanche, c'est par suite de leurs rapports avec Byzance qu'ils adoptèrent une certaine forme de la religion chrétienne, la forme dite *orthodoxe* (pravoslavna). Si Novgorod était resté le siège du

tête moins aigu. Mais le centre de gravité étant à Kiev, la Russie s'est laissé pénétrer par l'esprit byzantin. Au lieu d'adopter le latin comme langue liturgique, elle adopta le slave, qui jouait déjà ce rôle dans les églises de Serbie et de Bulgarie, et qui est, suivant les uns, l'ancien bulgare, suivant les autres, l'idiome aujourd'hui disparu des Slovènes de Hongrie. Elle reçut les traditions d'une culture évidemment inférieure à celle de l'Occident latin.

Un antagonisme, de plus en plus irréconciliable, s'établit entre elle et les pays de culture latine. Byzance ne révéla pas aux Varègues-Russes l'es-

prit de la Grèce antique; en revanche, les idées politiques importées par ses prêtres et ses publicistes devaient favoriser l'éclosion du tsarisme; quand les premiers tsars furent arrivés à une conception nette de l'autoocratie, c'est sur les empereurs byzantins qu'ils songèrent à se modeler. Ils ne rencontrèrent point de résistance dans le clergé; ils n'eurent point, comme les empereurs d'Occident, à lutter contre les revendications du pouvoir pontifical. D'autre part, le souvenir de ses origines religieuses devait nécessairement intéresser la Russie kiévienne, moscovite, ou pétersbourgeoise, aux destinées des peuples orthodoxes, serbes, grecs, bulgares et roumains. Elle est devenue, par la force même des choses, leur protectrice naturelle, non seulement dans la Péninsule balkanique, mais aussi dans les sanctuaires de la Palestine.

Kiev ne devait pas rester longtemps la capitale du monde russe: peu à peu elle essayait des colonies, elle conquérirait des territoires chez les peuples voisins, notamment chez les Finnois, dans les bassins du moyen Volga et de ses affluents, de la Dvina du Nord. Les peuples finnois se laissèrent assez aisément assimiler et convertir au christianisme. De même que les éléments scandinaves, ils ont laissé, en somme, très peu de traces dans la langue russe. Je laisse aux anthropologistes le soin de déterminer s'il y a un type slave-finnois. Les villes de Rostov et de Souzdal (dans le gouvernement actuel de Vladimir), celle de Jaroslav, dans le gouvernement actuel de ce nom, celle de Vladimir sur la Kliazma, rappellent encore aujourd'hui les progrès de la colonisation russe. C'est dans cette Russie de Souzdal-Rostov que s'élabora, au x^e siècle, la première idée d'un pouvoir despotique. Rostov est aujourd'hui un pauvre chef-lieu de district qui compte environ 17.000 habitants. Au x^e siècle, elle a joué, dans la Russie du Nord-Est, le rôle dont Moscou doit plus tard hériter. A ce moment, Moscou n'est encore qu'une misérable bourgade. Dans la seconde moitié du x^e siècle, le titre de grand prince, porté jusqu'alors par les princes de Kiev, passe aux princes de Vladimir ou de Souzdal-Rostov. Kiev, la « mère des villes russes », abdique au profit de sa fille la plus lointaine et la plus aventureuse. La Russie slavo-finnoise du moyen Volga l'emporte sur la région purement slave du Dniéper. La Souzdalie devient le centre politique de la Russie anarchique disputée par les princes apanagés. Pendant ce temps-là, Novgorod-la-Grande, l'antique cité de Rurik, adopte un régime quasi-républicain, devient le centre d'un commerce florissant et rivalise avec les villes de la Hanse germanique. Le génie commercial de Novgorod paraît, du reste, s'être communiqué à tout le groupe moscovite. Les Moscovites sont né-

gociants dans l'âme. Ainsi donc, l'axe de la Russie s'est déplacé. De Vladimir et de Souzdal, elle s'avance de plus en plus vers l'Orient infini qui s'étend devant elle.

III

Au x^e siècle, cette expansion est brusquement arrêtée par l'invasion des Tatars. Leur domination a duré deux siècles et demi. Ils n'ont jamais songé à conquérir la Russie, mais à l'exploiter, à exercer sur elle ce que nous appellerions, en langage moderne, un protectorat. Ils ne touchèrent ni à l'organisation politique, ni à l'organisation religieuse. Ils firent des princes russes de véritables percepteurs d'impôts. Ils avaient eux-mêmes emprunté aux Chinois une science administrative qui avait pour objet principal l'art d'exploiter le contribuable. Avant la période tatare, il y avait en Russie des violences, des actes de barbarie pour ainsi dire spontanés. Avec l'introduction des procédés chinois, on vit apparaître la violence raisonnée, systématique, scientifique, on vit s'organiser des institutions qui, sans doute, existaient déjà en germe auparavant, mais qui gardent encore aujourd'hui le nom qu'elles portaient chez les Tatars. Aujourd'hui encore, en russe, les mots qui désignent le relai de poste (*iam*), la monnaie (*dengi*), la douane (*tamojnia*), le domaine public (*kazna*), sont d'origine tatare. Ce fait en dit plus que de longues dissertations.

Durant la période kiévienne, le prince vivait entouré de ses leudes, des membres de sa droujina qui, d'accord avec lui, exploitaient le peuple russe ou les nations voisines. Par suite de la domination tatare, cette classe tumultueuse se trouva écrasée. Les princes virent se dresser devant et au-dessus d'eux une formidable figure, celle du Khan. A force de s'appliquer à le servir, ils profitèrent de ses leçons. « De même qu'il n'y a dans le Ciel qu'un soleil, de même il ne doit y avoir sur la terre qu'un seul souverain, le Khan: tout prince qui se prétend souverain, tout État qui se prétend libre offense la majesté suprême, et mérite par cela seul un châtiement. » Remplacez khan par tsar, et vous aurez la formule du tsarisme moscovite.

Pendant la période tatare, la *Rous* primitive, la Russie de Kiev, est conquise par les Lithuaniens. Au xiv^e siècle, la Lithuanie, s'unissant avec la Pologne, forme, de la Baltique à la mer Noire, une barrière qui isole complètement du reste de l'Europe la Russie moscovite. Plus tard, la Russie de Catherine II réannexa ces terres russes en partie colonisées.

Nous n'avons pas encore parlé de Moscou. C'est pendant la période tatare que cette ville fameuse naît à la vie historique. Ce sont ses princes qui prennent sur eux le rôle d'intermédiaires, entre

les Russes et les Tatares, de collecteurs d'impôts pour le compte des Khans. Après avoir travaillé pour ces farouches suzerains, ils s'occupent bientôt à travailler pour eux-mêmes; suivant le mot pittoresque des anciennes chroniques, ils *rassemblent la terre russe* pour leur compte, et quand, au ^{xv}^e siècle, la domination tatare a définitivement disparu, ils deviennent les souverains incontestés de cette terre russe, de celle du moins qui n'est pas détenue par les Lithuaniens ou les Polonais.

L'un d'entre eux épouse Sophie Paléologue, nièce du dernier empereur de Constantinople, et s'efforce de renouer les traditions byzantines; un autre prend le titre de Tsar, c'est-à-dire de César (1547). La Russie moscovite entre en lutte avec tous ses voisins, pénètre en Sibérie, atteint les bouches du Volga; désormais, vers le Sud-Est et l'Orient asiatique, rien n'arrêtera plus son expansion. Elle possède une merveilleuse facilité d'assimilation; toutes les conquêtes de la foi orthodoxe profitent à sa langue. On compterait par milliers les familles d'origine allogène (tatares, païens) qui, depuis le ^{xvi}^e siècle, se sont fondues dans la nationalité russe. Je cite au hasard les Ouarov, les Metchersky, les Ouronsoy.

Ainsi donc, les Varègues, les Grecs byzantins, les Tatares : tels ont été les premiers instituteurs des Slaves russes. Peu à peu ils se sont étendus vers l'Orient, soumettant, assimilant le plus souvent les éléments finnois ou mongols.

IV

Le mouvement de la Renaissance a à peine fleuri en Russie moscovite; elle a recueilli quelques Grecs, elle a vu monter sur le trône de Moscou une princesse byzantine. Moscou a rêvé de remplacer Byzance et d'être « la troisième Rome ». L'état qu'elle occupe est purement continental; elle n'a de débouché que sur une mer trop souvent fermée par les glaces, la mer Blanche. Malgré son isolement ou à cause de cet isolement, elle commence à comprendre que les arts de l'Occident lui sont nécessaires; elle rêve de lui emprunter des ingénieurs, des artisans, des architectes, des instructeurs militaires. Au ^{xvi}^e siècle, les Anglais ont trouvé le moyen d'arriver à Arkhangelsk et de là à Moscou. Peu à peu des colonies étrangères s'établissent à Moscou; les Russes les regardent avec défiance, mais profitent quand même de leur industrie. Ils se décident à entrer eux-mêmes en communication avec l'Occident et à lui envoyer des ambassadeurs, mais les débouchés sont fermés de tout côté, sauf sur la mer Blanche : les Suédois et les Polonais barrent la frontière de l'Ouest; les abords de la mer Noire sont occupés par les Tatares et les Turcs. Il faut faire partir d'Arkhangelsk

des ambassadeurs qui arrivent généralement trop tard, et qui étonnent l'Europe par leur ignorance et leur grossièreté. Pour s'ouvrir une fenêtre sur l'Occident, les tsars doivent batailler sans cesse contre le Suédois luthérien, contre le Polonais catholique, le Tatar musulman.

Ce n'est pas sans raison que je mentionne ici ces trois religions. Dans la lutte que la Russie a eue à soutenir pendant plusieurs siècles contre des ennemis si divers, la religion orthodoxe a été en quelque sorte le drapeau national; elle voyait dans ses voisins non seulement des rivaux dangereux, mais encore des païens ou des hérétiques. Tel ambassadeur en Italie ne veut pas donner le nom d'église aux édifices religieux de Florence ou de Rome. Il les appelle des mosquées! Dans cette période de lutte, l'idée de religion et de la nationalité se sont absolument confondues. Supposez qu'un Moscovite se fût fait catholique : il devenait Polonais; luthérien, il devenait Suédois ou Allemand; musulman, il devenait Turc ou Tatar; c'est-à-dire, dans les trois cas, non seulement étranger à la Russie, mais encore nécessairement son ennemi. Je ne parle pas des Israélites : il n'y en avait pas dans la Russie moscovite; ceux de la Russie actuelle proviennent des provinces primitives de la Roussie lithuanienne, dont les destinées politiques avaient été unies à la Pologne; en récupérant ces antiques provinces, la Russie a hérité des Israélites, qui, pendant de longs siècles, avaient pu y croître et se multiplier. Mais elle s'est efforcée de les maintenir dans les provinces où elle les a trouvés et de leur interdire l'accès des régions où ils ne pouvaient autrefois pénétrer.

Par suite de ces circonstances, l'idée de la religion orthodoxe et de la patrie russe se sont trouvées confondues : abjurer la religion nationale, c'était, c'est, encore aujourd'hui, une sorte de trahison; ce principe si contraire à nos idées de tolérance ne paraît pas près d'être sitôt abandonné. La Russie trouve dans son application des avantages inappréciables. A l'Orient, elle met ses moujiks à l'abri de la propagande religieuse des musulmans ou de certains peuples allogènes qui pourraient songer à les ramener au paganisme. Sur la frontière occidentale, elle russifie chaque année un nombre plus ou moins considérable d'Allemands ou de Polonais. Dans les mariages interconfessionnels entre catholiques ou luthériens et orthodoxes, les enfants doivent appartenir à l'église orthodoxe. Désormais, ils sont Russes et feront souche de Russes. J'ai souvent reçu la visite de voyageurs issus de ces mariages mixtes; ils se considéraient uniquement comme Russes et ne comprenaient même pas qu'on pût leur supposer une autre nationalité; en général, ils ignoraient la langue de leurs ancêtres ou parents allemands ou polonais. Ainsi,

la Russie peut s'appliquer le fameux vers qu'on appliquait naguère à la maison d'Autriche : *Tu felix Russia nube!*

Cette intolérance officielle qu'elle applique aujourd'hui à la seule religion, la Russie moscovite la montra jusqu'au xvi^e et au xvn^e siècle vis-à-vis des mœurs et des institutions des étrangers. Peu à peu, elle comprit qu'elle avait besoin d'eux; elle les attira à son service. Dès la seconde moitié du xvin^e siècle, Moscou possédait une nombreuse colonie européenne. Quand même Pierre-le-Grand ne serait pas venu au monde, la Russie moscovite aurait fini par entrer dans le système européen. Par l'exemple qu'il donna, par la terreur qu'il sut inspirer, il hâta certainement la marche du progrès; en s'établissant sur la Baltique, fondant Pétersbourg, il ouvrit enfin à la Russie l'accès de l'Europe; les premiers instituteurs qu'il donna à son peuple furent des Hollandais, des Allemands; ce furent des Allemands qui organisèrent l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg et qui essayèrent, les premiers, de débrouiller les antiques annales du pays. Un peu plus tard, vinrent les Français; on sait quel a été leur rôle dans la seconde moitié du xvin^e siècle, de quels monuments ils ont doté Pétersbourg, quelle influence ils ont exercée ou cru exercer sur la Cour et la société. En réalité, cette gallomanie était toute en façade : il y avait, il y a encore au fond des provinces une classe de nobles et de marchands très attachée aux antiques usages et pour qui Pierre le Grand est encore aujourd'hui une sorte d'antechrist. Cette année même, dans un gouvernement du Sud-Est, il y a eu des fanatiques qui ont trouvé dans le recensement officiel le signe de la bête de l'Apocalypse, et qui se sont fait emmurer vivants pour échapper à l'abomination de la désolation. Un gouvernement intelligent refrène ces idées et ces passions rétrogrades; à l'occasion, il peut s'en servir.

V

La partie éclairée du monde russe est aujourd'hui aussi avancée que peuvent l'être les Français,

les Allemands ou les Anglais. Elle a profité de tous nos progrès; en revanche, elle dispose de masses innombrables plus dociles que les foules nerveuses, incertaines, parfois rebelles des pays parlementaires. Cette masse est essentiellement prolifique; sans avoir à traverser les mers, à faire la rude expérience d'un climat nouveau, elle s'avance d'un élan constant, continu, irrésistible à la conquête du monde asiatique. Grâce au niveau inférieur de leur culture, les colons qu'elle laisse dans les pays envahis sont admirablement propres à assimiler les races primitives avec lesquelles ils entrent en contact. En 1581, les Russes étaient à Tioumen, sur le cours supérieur de l'Obi; aujourd'hui, ils sont à Vladivostok sur la mer du Japon, à Merv sur la frontière de l'Inde. Il y a quelques années, le Cesa-revitch, aujourd'hui empereur Nicolas, inaugurait les travaux du chemin de fer qui réunira prochainement Pétersbourg à Vladivostok. En Corée, au Japon, en Chine, la Russie joue un rôle prépondérant; elle a garanti l'emprunt chinois et pris par là, sur la Chine, une hypothèque qu'elle aura peut-être un jour l'idée de réaliser¹; son Transsibérien traverse une partie de la Mandchourie². Ses publicistes officieux ne dissimulent guère qu'elle se regarde dès maintenant comme l'héritière légitime du Nord et du Centre de l'Asie. Le xx^e siècle verra sans doute se réaliser tout ou partie de ces rêves gigantesques; peut-être verra-t-il aussi sur la frontière des Indes le choc formidable des armées russes et anglaises. Ce ne sera plus, comme on l'annonçait jadis en manière de plaisanterie, la lutte de la baleine et de l'éléphant, mais le duel de deux éléphants, et ce ne sera pas la Russie qui aura les défenses les plus courtes.

Certes, quand il y a dix siècles une tribu scandinave passait la Baltique pour aller inspirer aux Slaves de Novgorod et de Kiev son esprit d'aventures et ses méthodes de piraterie, on eût bien surpris les compagnons de Rurik en lui prédisant, pour les descendants de la *Rous*, d'aussi colossales destinées.

Louis Leger,

Professeur au Collège de France.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS

DE LA CULTURE DE L'OLIVIER EN FRANCE

I. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

L'Olivier a toujours occupé une place importante dans l'agriculture de l'Europe méridionale. En France, même, quoique reléguée par ses exigences climatiques dans la partie la plus chaude et la

mieux exposée du littoral méditerranéen, la culture

¹ Elle est d'autre part créancière de la Turquie pour l'indemnité de guerre qu'elle a obtenue au traité de San Stefano et qui n'est pas encore payée.

² Dans cette conférence, faite en 1897, il ne pouvait être question des récentes acquisitions de la Russie en Chine.

de l'arbre de Pallas n'en constitue pas moins un facteur important de la richesse agricole du pays. Mais, depuis quelques années, cette culture subit des fluctuations et, en ces derniers temps, on peut même dire une véritable crise qui n'est pas sans analogie, quoique avec moins d'acuité, avec celle récemment traversée par la Vigne.

§ 1^{er}. — Evolution de la culture.

Si l'on se reporte à vingt-cinq ans en arrière, au moment où le phylloxera faisait son apparition dans nos vignobles, et où la connaissance imparfaite que l'on avait de l'intensité de ce fléau permettait de se faire encore illusion sur ses conséquences, on voit qu'en beaucoup d'endroits l'Olivier était en train de disparaître. Il cédait la place à la Vigne, qui, régnant déjà en souveraine dans les terres fertiles de la plaine, envahissait à son tour les sols les plus pauvres que l'Olivier avait jusque-là occupés sans partage. Les cultivateurs, surtout dans la partie languedocienne de la région de l'Olivier, n'hésitaient pas à détruire leurs olivettes pour les remplacer par une culture plus productive. Cette fièvre d'arrachage sévit avec beaucoup moins d'intensité en Provence, où l'Olivier conserva à peu près ses positions, à cause, sans doute, de l'abondance et de la qualité supérieure de ses produits.

Mais cet engouement pour la Vigne fut de courte durée; les progrès du phylloxera ne tardèrent pas à y mettre fin, et l'anéantissement de la culture qu'on lui avait préférée donna à l'Olivier une nouvelle importance. Les plantations qui existaient encore, et qu'on avait, en général, beaucoup négligées, reçurent des façons plus soignées, une taille plus attentive, des fumures plus abondantes sinon mieux comprises, et leurs produits furent, pour les propriétaires, une atténuation, bien faible, hélas, de la crise phylloxérique. L'Olivier n'a pas regagné cependant tout le terrain qu'il avait perdu; cet arbre fait attendre, en effet, longtemps ses premiers produits, et le cultivateur hésite avant de se résoudre à patienter une dizaine d'années peut-être pour obtenir une récolte de quelque importance. Mais, s'il n'est pas revenu dans les meilleures des terres qui lui étaient autrefois consacrées, il s'est étendu davantage dans les terrains secs et pierreux des coteaux. Là, en effet, il n'a pas à redouter, ou à un degré beaucoup moindre, la concurrence que lui fait à nouveau la Vigne reconstituée sur pieds américains, à cause des frais élevés de cette reconstitution et de sa réussite aléatoire dans ces sols maigres et ingrats. C'est là aujourd'hui son véritable domaine, et si ses produits ne sont pas comparables à ceux que donne la Vigne dans de meilleures situations, la culture de l'Olivier présente

du moins l'immense avantage d'utiliser des terres qui, sans elle, resteraient à peu près improductives.

Du reste, cette culture n'est pas forcément aussi ingrate qu'on veut bien l'admettre trop souvent; bien conduite, elle fournit des récoltes de 500, 600 et même 1.000 francs à l'hectare, laissant un bénéfice assez élevé; et, si toutes les terres plantées en Oliviers n'atteignent pas une valeur de 10.000 fr. à l'hectare comme en certains points de la Provence, il n'est pas rare d'en voir qui se vendent à 3.000 ou 6.000 francs l'hectare, même en Languedoc.

De plus, la culture de l'Olivier s'associe très heureusement à celle de la Vigne, en ce sens qu'elle permet d'occuper en hiver une grande partie de la population ouvrière que celle-ci laisse chômer dans cette saison.

§ 2. — La crise actuelle de l'Olivier.

Malheureusement, s'il a réussi, dans sa lutte contre l'envahissement de la Vigne, à sauvegarder son existence, à condition de ne plus couvrir de son feuillage argenté que le sol aride des coteaux, l'Olivier subit en ce moment, comme nous l'avons dit plus haut, une sorte de crise qui rend ses produits de plus en plus aléatoires.

Il est attaqué partout par une foule d'insectes et de parasites végétaux qui le déciment, trop souvent favorisés dans leur œuvre dévastatrice par des pratiques culturales mal comprises, ou l'incurie des propriétaires. En Italie, par exemple, le mal a revêtu un tel caractère d'intensité que, dans certaines régions, on est sur le point de renoncer complètement à cette culture, qui s'harmonise cependant si bien avec le climat de ce pays privilégié. D'après le *Bulletin de la Société des Agriculteurs italiens*, les Oliviers dépérissent depuis quelques années, et en Ligurie, en Toscane, partout où l'Olivier est cultivé, on se plaint de la modicité de ses produits.

Nous n'en sommes heureusement pas encore là en France, mais il faut bien reconnaître que le mal existe aussi chez nous. Tout dernièrement encore, les cultivateurs du Var se plaignaient à leur tour des ravages exercés dans leurs plantations par les ennemis de l'Olivier. Les rendements diminuent de plus en plus, et l'huile d'Olive véritable devient rare, même dans les pays de production où elle n'est pas toujours exempte d'addition d'huile de graines exotiques.

Tous ces faits donnent à l'Olivier un caractère d'actualité qui est loin d'être sans intérêt, et c'est pourquoi nous croyons utile d'examiner quelques points controversés de sa culture et son état de prospérité en France et dans les autres pays oléifères.

II. — ÉTAT DE LA CULTURE EN FRANCE.

Actuellement, la superficie occupée en France par la culture de l'Olivier est, d'après la statistique décennale de 1892, de 133.420 hectares plantés en masse, répartis entre les douze départements qui constituent la région de l'Olivier (fig. 1), et donnant un produit d'une valeur totale de 21.510.798 francs.

Un fait digne de remarque, c'est que, tandis que la culture des oléagineuses herbacées diminue constamment d'importance à cause de la concurrence que font à leurs produits les huiles minérales ou exotiques, la culture de l'Olivier augmente, au contraire, malgré les difficultés qu'elle rencontre



Fig. 1. — Culture de l'Olivier dans le sud de la France.

et que nous avons signalées plus haut. C'est ainsi que la surface plantée en Oliviers s'est accrue de 7.998 hectares dans la période de 1882 à 1892. Cela tient à deux causes différentes : d'abord, la possibilité d'utiliser, par cette culture, des terres médiocres ou même mauvaises, et, en second lieu, la supériorité de ses produits. L'huile d'Olive est, en effet, presque exclusivement employée pour l'alimentation, et, pour cet usage, aucune autre ne peut lutter avec elle. La seule concurrence qu'elle ait à redouter est celle que pourraient lui faire les huiles d'Olive étrangères si leur importation devenait plus considérable.

A ne considérer que la surface qu'elle occupe, la culture de l'Olivier paraît être dans un état florissant; nous avons vu qu'il n'en est pas tout à fait ainsi lorsqu'on examine les résultats qu'elle donne depuis quelque temps, et ceci nous amènera à

examiner le choix des variétés, les parasites qui occasionnent les mécomptes actuels, et à discuter quelques procédés culturaux qui favorisent leur développement.

III. — VARIÉTÉS CULTIVÉES.

Les variétés d'Olivier cultivées en France sont très nombreuses, et, sans vouloir faire ici une monographie même des plus importantes, ce qui sortirait de notre cadre, nous devons cependant en dire quelques mots. Parmi ces variétés, en effet, il en est de plus ou moins productives, et, si l'arbre en général se contente de terrains plutôt médiocres, ses diverses formes ont des qualités d'adaptation particulières qui méritent qu'on s'y arrête. Dans chaque situation, il est essentiel de choisir, comme on le fait pour la Vigne, celles qui, tout en donnant les meilleurs produits en quantité et en qualité, s'harmonisent le mieux avec les conditions de sol et de climat dans lesquelles on va les placer.

L'*Olivière* est une variété très répandue, surtout dans le Languedoc; elle est vigoureuse, rustique et redoute peu le froid, mais elle n'est très productive que dans les terres relativement riches. Dans les sols secs ou trop pauvres, elle perd la plupart de ses qualités; en revanche son huile y est meilleure.

La *Lucques*, peu répandue parce que son fruit est surtout utilisé pour la table, est une des variétés les plus résistantes au froid. L'arbre est assez vigoureux et se plaît surtout dans les sols assez profonds. C'est la plus appréciée des Olives de table; aussi, quoique susceptible de fournir une huile de très bonne qualité, elle est rarement envoyée au moulin.

La *Pigalle* est surtout cultivée dans le Languedoc et aux environs d'Aix. Son rendement un peu faible est compensé par la qualité de ses fruits, qui peuvent être consommés directement, et de son huile. On peut lui reprocher de mûrir un peu tard.

La *Verdale* est très précoce, fournit peu d'huile et de qualité peu estimée; on la cultive surtout pour la table dans l'Hérault, le Gard, les Bouches-du-Rhône et en Vaucluse; elle n'est suffisamment productive que dans les sols d'assez bonne qualité, coule assez souvent et redoute un peu le froid.

Le *Rouget* est une des variétés les plus rustiques, qui vient bien dans les plus mauvais terrains et résiste parfaitement au froid. Elle convient donc aux plus mauvaises situations. On la trouve surtout dans l'Hérault où elle donne des produits assez abondants et de qualité moyenne.

La *Picholine* est surtout cultivée en Provence. Elle est assez rustique et assez productive. Quoique donnant une huile de très bonne qualité, elle est le plus souvent confite. Elle est, en effet, aussi estimée pour la table que la *Verdale*.

La *Sayern*, que l'on trouve aux environs d'Aix et de Nîmes, est sensible au froid, mais elle produit beaucoup et son huile est d'excellente qualité; aussi doit-elle être propagée dans les localités à hivers peu rigoureux.

L'*Amellaou* est une variété à gros fruits, utilisés pour la table; elle donne une petite quantité d'huile de bonne qualité. Sa production est abondante, mais un peu irrégulière, son huile très fine.

L'*Argental*, peu répandue, présente les mêmes défauts que l'*Amellaou*, et comme elle ne doit pas être propagée.

La *Corniale* est disséminée partout, en Provence et dans le Languedoc. C'est un arbre vigoureux et de longue durée, convenant surtout aux terrains d'assez bonne qualité. Sa production est abondante, mais un peu irrégulière, son huile très fine.

Le *Moiral* est une variété à petit fruit qui a été délaissée à cause de sa maturité hâtive, quoique produisant régulièrement; elle pourrait être propagée dans les grandes plantations où la cueillette doit être échelonnée. Son huile est de bonne qualité.

Le *Caillet* est la variété par excellence des Alpes-Maritimes. C'est un arbre très vigoureux, de longue durée, productif et qui fournit les meilleures huiles de la Provence.

Le tableau I indique la composition des fruits de ces variétés, d'après des analyses de M. A. Bouffard, professeur à l'École d'Agriculture de Montpellier, que nous avons extraites d'une étude sur l'Olivier par MM. Degrully et Vial¹.

des situations très différentes. C'est certainement parce qu'on n'attache pas à ce choix toute l'importance qu'il mérite et qu'on ne les compose pas toujours avec assez de discernement que beaucoup d'olivettes dépérissent prématurément et payent un tribut si élevé à la rigueur des hivers.

IV. — EXIGENCES CULTURALES.

La douceur du climat, l'absence de fortes gelées sont, on le sait, les conditions indispensables de la culture de l'Olivier.

Nous venons de voir que la nature du terrain a beaucoup moins d'importance; mais il faut cependant que l'arbre puisse trouver dans le sol les éléments nécessaires pour assurer son existence et sa production.

C'est une opinion malheureusement trop répandue que les cultures arbusives, et l'Olivier en particulier, peuvent se passer d'engrais. Il est certain que ce sont en général des plantes peu épuisantes et que, disposant, grâce au développement considérable de leurs racines, d'un cube de terre très grand, elles peuvent végéter fort longtemps et fournir des récoltes appréciables rien qu'avec les ressources naturelles du sol. Mais ces ressources ne sont pas inépuisables, surtout dans les terres pauvres où l'Olivier est cantonné, et, en admettant, ce qui est loin d'être exact dans la presque totalité des cas, qu'elles fussent au début de la plantation, elles vont forcément en diminuant de plus en plus. L'arbre mal nourri donne des rendements plus

Tableau I. — Composition des fruits.

VARIÉTÉS	POIDS MOYEN d'une olive.	POIDS P. 100 D'OLIVES		COMPOSITION DE LA PULPE P. 100 D'OLIVES		
		des noyaux.	de la pulpe.	Huile.	Eau.	Cellulose, etc.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Olivière.	2, 39	17,00	83,00	17,60	36,00	29,40
Lucques	"	17,00	83,00	14,80	43,00	25,20
Pigalle	"	16,00	84,00	22,80	47,60	14,20
Verdale.	3, 4	14,00	86,00	19,80	51,10	15,10
Rouget	2, 20	20,90	79,10	13,43	43,00	13,57
Picholine.	3, 80	12,00	88,00	19,36	51,00	17,64
Sayern	2, 99	15,40	84,60	13,33	47,23	23,97
Amellaou.	4, 90	18,10	81,90	13,05	54,06	12,80
Argental	2, 20	23,00	77,00	11,00	43,00	21,00
Corniale	1, 70	21,60	78,40	15,00	39,20	21,20
Moiral	1, 27	23,50	76,50	13,78	38,59	24,13

Cette revue rapide de quelques-unes des principales variétés, en faisant ressortir la diversité de leurs aptitudes particulières, montre bien qu'il est possible, par un choix judicieux entre ses formes, d'obtenir de l'Olivier des produits avantageux dans

faibles; sa vigueur diminue elle aussi, il se défend moins bien contre ses nombreux ennemis et finit par dépérir.

La fumure de l'Olivier, si négligée par les cultivateurs méridionaux et qui constitue un des points les plus discutés de sa culture, est donc une question en laquelle sorte vitale pour elle. Ce n'est qu'en leur fournissant des engrais appropriés à

¹ Voir *Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier*, tomes II, III, IV et VII.

leurs besoins qu'il est possible d'assurer la durée des plantations, et d'en obtenir des produits abondants. L'influence des engrais sur la production de l'Olivier a, du reste, été démontrée d'une manière éclatante par M. de Gasparin. Ce savant agronome obtint, en sept ans, sur la partie de l'olivette en expérience qui recevait la fumure, 403 kil. 5 d'huile de plus que sur la partie non fumée. Devant de pareils résultats, on se demande comment beaucoup de propriétaires d'Oliviers peuvent continuer à ne pas fumer ou à ne donner que des fumures insignifiantes. Cette négligence est d'autant plus incompréhensible que l'Olivier est fort fort peu exigeant et ne nécessite pas de ce chef une bien grosse dépense.

En effet, d'après les chiffres donnés par MM. Müntz et Girard, un hectare d'Oliviers enlève au sol, annuellement, les quantités d'éléments fertilisants indiquées dans le tableau II.

Tableau II. — Éléments pris au sol.

	BRANCHES	FEUILLES	FRUITS	TOTAL
	kilos	kilos	kilos	kilos
Azote, par hectare . .	3	6, 750	7, 350	17, 100
Acide phosphorique.	0, 75	3, 9	3, 450	8, 400
Potasse	2, 70	10, 050	9, 750	22, 500

C'est bien peu, comme l'on voit, et il est à désirer que, comprenant mieux leur intérêt, les cultivateurs se décident à apporter ces éléments au sol en proportions convenables.

Le fumier, rare dans le Midi, leur fait défaut pour les Oliviers, le peu dont ils disposent étant déjà presque toujours insuffisant pour les autres cultures; mais ils peuvent le remplacer avec avantage soit par des engrais verts, soit par des engrais commerciaux moins volumineux et, par conséquent, plus faciles à transporter sur les coteaux où habite l'Olivier. Les chiffons de laine, le cuir torréfié, les débris de cornes, additionnés de superphosphate ou de scories et d'un sel de potasse, donnent d'excellents résultats, et, se décomposant lentement dans le sol, ils permettent d'y emmagasiner la matière fertilisante pour plusieurs années. Si l'on désire un effet plus rapide, on peut activer la végétation par les tourteaux ou le sulfate d'ammoniaque, mais il ne faut pas perdre de vue que ces engrais azotés énergiques risquent, à trop forte dose, de pousser à la production du bois au détriment de la fructification.

Le mode d'application des engrais peut aussi suggérer quelques critiques. Ceux qui fument leurs Oliviers se contentent trop souvent de placer les matières fertilisantes dans une cuvette creusée autour de chaque pied. En opérant ainsi, toutes les

racines ne peuvent profiter également des éléments qu'on leur fournit. Les plus rapprochées du pied en ont à leur disposition beaucoup plus qu'elles ne peuvent en utiliser, et celles qui sont éloignées en manquent; de plus une grande partie de la fumure inutilisée est entraînée en pure perte dans le sous-sol par les eaux de pluie. Il est beaucoup plus avantageux de répartir les engrais aussi également que possible sur toute la surface du sol et de les enfouir ensuite par un labour.

V. — PLANTATIONS ET SOINS D'ENTRETIEN.

Nous n'examinerons pas en détail les travaux d'établissement de la plantation et les soins culturaux annuels, qui ne nous paraissent avoir que peu d'influence sur le fléchissement de la culture qui nous occupe. La taille seule mérite, à ce point de vue, d'arrêter un instant notre attention, non pour en décrire l'exécution, mais pour faire ressortir son importance.

L'Olivier n'est soumis à une véritable taille régulière que dans la partie de sa région où le climat l'empêche d'atteindre ses divisions normales; or, c'est justement dans cette partie qu'il souffre le moins des attaques de ses ennemis. En effet, en facilitant la circulation de l'air et de la lumière à l'intérieur du branchage, la taille place les insectes oléophages dans de mauvaises conditions, les empêche de se multiplier autant et constitue contre eux un moyen de lutte très énergique. On a donc intérêt à généraliser la taille et à tailler, non seulement de façon à assurer une fructification régulière et abondante, mais encore de manière à aérer le plus possible la tête de l'arbre, et à supprimer les rameaux affaiblis ou déjà attaqués par les parasites.

Ceux-ci sont malheureusement en grand nombre et, comme nous l'avons déjà dit, contribuent pour beaucoup à la crise actuelle de l'Olivier. Il nous semble, par suite, qu'il ne sera pas hors de propos d'examiner les plus redoutables et les moyens de les combattre.

Parmi les insectes, la mouche de l'Olivier (*Dacus oleæ*), le *Kciroun* des Provençaux, s'attaque à l'Olive même, dont sa larve ronge la pulpe. C'est le plus terrible ennemi de l'Olivier, et il se multiplie surtout sur les arbres élevés non soumis à la taille. Les Olives attaquées donnent une huile de mauvaise qualité, et une grande partie de la récolte est perdue. Le seul moyen de lutter contre la mouche consiste à récolter hâtivement, ce qui est bien difficile avec des arbres à haute tige où le gaulage est seul possible, à broyer immédiatement les Olives et à brûler les balayures des magasins et moulins à Olives où se réfugient un grand nombre de larves et d'insectes.

La cochenille de l'Olivier (*Lecanium oleæ*) est, après le *Dacus*, son plus grand ennemi. Non seulement elle affaiblit l'arbre dont elle pompe les sucs nourriciers, mais elle fournit, par ses déjections sucrées, un terrain favorable au développement de la fumagine (*Capnodium ewophilum*), champignon qui recouvre tous les organes de la plante d'une poussière noire et nuit à leurs fonctions végétatives. La cochenille attaque surtout les arbres très touffus et ceux qui sont affaiblis par une cause quelconque. La taille et la fumure sont donc les moyens tout indiqués d'en empêcher la trop grande multiplication, l'une en facilitant l'action des agents atmosphériques, l'autre en augmentant la vigueur de la plante. De tous les procédés signalés pour détruire ce parasite, et trop rarement employés, les brossages et l'aspersion avec une émulsion de savon noir et de pétrole sont ceux qui donnent les meilleurs résultats.

La Psylle (*Psylla oleæ*) attaque les bourgeons et les fleurs; la Teigne (*Tinea oleella*), les feuilles et les fruits dont elle fait tomber un certain nombre; le Thrips (*Phleotrips oleæ*) ronge les jeunes feuilles; le Neïroun (*Phleotribus oleæ*) creuse des galeries dans les jeunes pousses et les rameaux. Tous ces insectes, et bon nombre d'autres moins importants, causent dans les Olivettes des ravages considérables. Il existe certainement des procédés de destruction, d'une application plus ou moins facile, qui permettent de lutter contre eux; mais il est surtout important, l'expérience le montre tous les jours, de prévenir leur trop grand développement en plaçant l'arbre dans de meilleures conditions de résistance par une bonne fumure, une culture soignée et une taille intelligente. On ne doit pas négliger non plus de brûler ou de faire consommer aux pores les fruits véreux tombés avant maturité, et de détruire également par le feu les débris de rameaux ou de feuilles qui servent souvent, sur le sol, d'abri à ces insectes.

Jusqu'ici, les parasites végétaux, sauf la fumagine, qui est une conséquence de l'attaque des Cochenilles et qui disparaît avec elles, n'ont pas nuï beaucoup à la culture de l'Olivier en France. Il n'en est pas de même partout et, malgré leur nombre restreint, c'est à ces parasites végétaux que l'on attribue en Italie le dépérissement des Oliviers dans presque toutes les provinces où il est cultivé.

Le plus redoutable de ces parasites paraît être le *Cycloconium oleaginum*, qui attaque les feuilles, les pédoncules et les fruits et qui, produit, sur les parties atteintes, des taches circulaires, vulgairement appelées « œil de paon ». Il semble résulter, d'expériences faites à l'Institut agricole de Pise et reprises plus récemment à Velletri, que la bouillie bordelaise permet de lutter contre ce champignon. Mais

la Société des Agriculteurs italiens estime aussi, et avec juste raison, qu'une application d'engrais convenablement choisis (et nous ajouterons une bonne culture) pourrait donner à l'Olivier, sinon une parfaite immunité, du moins une plus grande force de résistance. En un mot, pour les cryptogames comme pour les insectes, il faut surtout mettre l'arbre en état de se défendre lui-même, et les procédés pour atteindre ce but sont identiques.

VI. — RÉCOLTE ET RENDEMENTS.

La récolte des Olives se fait de deux façons différentes. Partout où la hauteur des arbres le permet, on ramasse les fruits à la main, en montant sur les Oliviers. C'est certainement le meilleur procédé, le seul qui n'abîme pas les arbres et qui permette de faire la cueillette au moment le plus propice. Là où l'Olivier atteint une hauteur plus grande, on préfère avoir recours au gaulage; c'est ce qui arrive notamment dans les Alpes-Maritimes. Ce procédé ne devrait être conservé que dans les situations où la cueillette à la main est absolument impraticable, et il serait à désirer que, par une taille convenable, on s'efforçât partout de la rendre possible. Le gaulage, en effet, oblige le cultivateur à attendre, pour les récolter, que les Olives soient complètement mûres et se détachent facilement; or, nous avons vu que la cueillette tardive favorise le développement de certains insectes et surtout du *Dacus*. A un autre point de vue, le gaulage n'est pas moins malfaisant. Il casse de nombreuses brindilles, nuisant ainsi à la fructification de l'année suivante, et les plaies qui en résultent sont autant de portes d'entrée ouvertes aux parasites animaux et végétaux.

La plus grande quantité des Olives récoltées sont traitées pour en extraire l'huile. En attendant de les porter au moulin, il est essentiel de les placer dans des conditions qui leur assurent une bonne conservation. Trop souvent, surtout dans la région occidentale de l'Olivier, on les laisse en tas dans une pièce peu ou pas aérée, de sorte qu'elles s'échauffent, fermentent et donnent une huile forte de qualité inférieure. Il est essentiel, au contraire, de les conserver le moins longtemps possible, car c'est une erreur de croire que leur richesse en huile augmente après la cueillette. Elles évaporent seulement de l'eau, mais la quantité d'huile reste la même, et on s'expose, par une conservation trop prolongée, à les faire fermenter et à permettre aux larves qu'elles abritent d'accomplir leur évolution.

On ne doit les conserver que pour attendre la fin de la récolte, et les placer en couches minces dans une pièce bien aérée. C'est là le vrai moyen, avec une bonne culture, d'obtenir de l'Olivier des produits rémunérateurs et de bonne qualité.

On peut estimer le rendement de 20 à 30 litres de fruits par arbre, soit, à raison de 150 arbres à l'hectare, de 3.000 à 4.500 litres d'Olives sur cette surface. L'Olive fournissant environ 12 % d'huile, cela fait un rendement en huile de 2¹/₄ à 3¹/₂ par arbre ou de 360 à 540 litres par hectare, et, par une culture soignée, on peut obtenir davantage.

Le Tableau III indique quelles ont été, de 1890

il y aurait plutôt lieu de s'étonner que les exportations soient aussi considérables. Cela s'explique par la qualité supérieure de nos huiles de Provence, très appréciées à l'étranger, et il n'est pas douteux que, si les cultivateurs se décident à augmenter leurs rendements par une culture plus intelligente, s'ils renoncent, dans le Languedoc et le Roussillon, à la mauvaise habitude de laisser fermenter leurs

Tableau III. — Production et valeur moyenne du quintal d'olives de 1890 à 1896.

DÉPARTEMENTS	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	VALEUR moyenne du quintal.
	quintaux	quintaux	quintaux	quintaux	quintaux	quintaux	quintaux	fr. c.
Basses-Alpes.	26.520	17.741	17.795	17.803	18.034	18.076	17.160	24 47
Alpes-Maritimes. . . .	227.100	153.000	204.050	220.000	80.000	250.000	600.000	18 28
Ardèche.	6.220	6.280	5.364	5.240	4.350	4.120	4.020	23 71
Aude.	43.586	44.205	45.428	47.418	46.923	47.252	46.865	20 28
Bouches-du-Rhône. . .	206.773	366.081	287.648	254.904	189.234	269.510	179.679	25 41
Corse.	150.000	65.000	18.000	20.000	31.000	40.000	75.000	19 57
Drôme.	31.767	15.876	35.370	34.020	57.500	34.500	30.238	30 14
Gard.	104.428	99.875	164.248	189.377	121.320	101.873	36.819	19 53
Hérault.	16.550	62.122	78.067	48.458	48.900	40.000	48.083	28 55
Pyrénées-Orientales. .	27.987	48.043	11.551	6.890	20.625	47.650	15.160	18 26
Var.	320.439	313.469	292.744	301.112	406.219	303.113	310.790	16 84
Vaucluse.	86.955	71.957	60.708	33.535	40.720	42.950	25.000	31 94
Totaux et moyenne.	1.248.025	1.234.249	1.220.673	1.178.457	1.064.825	1.259.074	1.389.114	23 46

à 1896, la production d'Olives et la valeur du quintal en France, par départements.

On voit par ces chiffres quelle est l'importance, dans le Midi, de cette culture dont le produit brut s'est élevé à plus de 32.000.000 de francs pour la seule année 1896, et combien il serait désastreux de la laisser périliter.

VII. — COMMERCE AVEC L'ÉTRANGER.

L'huile d'Olives donne lieu à un commerce assez important avec l'étranger. Le Tableau IV indique les quantités importées et exportées de 1892 à 1896 ainsi que leur valeur.

Tableau IV. — Importations et Exportations.

ANNÉES	IMPORTATIONS		EXPORTATIONS	
	Quantités.	Valeurs.	Quantités.	Valeurs.
	kilos	francs	kilos	francs
1892	22.965.782	21.551.089	7.622.175	7.423.145
1893	20.107.323	17.018.838	8.474.155	7.640.299
1894	26.537.364	20.767.878	7.732.731	6.402.707
1895	20.722.765	14.870.656	7.897.472	6.630.509
1896	21.442.500	15.893.706	6.527.100	4.960.596

On ne saurait être surpris de voir les importations dépasser de beaucoup les exportations, étant donné le peu d'étendue de la région de l'olivier relativement au territoire français et à l'importance de la consommation d'huile d'Olive. Au contraire,

Olives avant d'en extraire l'huile, l'exportation de ce produit ne s'élève beaucoup plus.

VIII. — L'OLIVIER A L'ÉTRANGER.

L'olivier est cultivé dans tous les pays qui bordent la Méditerranée et qui, pour la plupart, lui conviennent mieux que la France, à cause de leur situation plus méridionale ou plus abritée. Il ne sera peut-être pas sans intérêt, après s'être rendu compte de son état en France, pensons-nous, d'examiner rapidement l'importance de sa culture dans ceux de ces pays où elle est le plus développée.

Nous passerons, cependant, sous silence la Tunisie, le sujet ayant déjà été traité par M. de Lespinnasse-Langeac dans la *Revue* du 15 décembre 1896.

§ 1. — Algérie.

Le climat de notre grande colonie africaine est des plus favorables à l'olivier; aussi cet arbre s'y est-il, pour ainsi dire, naturalisé et il y pousse spontanément dans les forêts, atteignant souvent des proportions considérables. Dans la Grande Kabylie, notamment, il est très répandu et productif. Les procédés de culture par trop primitifs, employés par les indigènes, se transforment peu à peu et, quoique il y ait encore de grands progrès à faire, on constate une amélioration considérable. De nombreux colons créent de nouvelles plantations ou transforment les anciennes par le greffage. L'extraction de l'huile s'est aussi perfectionnée et

l'Algérie nous en envoie depuis plusieurs années une grande quantité. La culture de l'Olivier doit être considérée comme une de celles qui conviennent le mieux à ce beau pays et qui sont appelées à y prendre le plus d'extension.

D'après la statistique de 1892, la surface en Oliviers y est de 64.826 hectares, accusant une augmentation de 63.232 hectares depuis 1882, et répartie de la manière suivante :

36.721 hectares pour le département de Constantine.			
17.799 — — —	—	—	d'Alger.
10.306 — — —	—	—	d'Oran.

En 1892, la production totale a été de 1.773.288 hectolitres d'Olives, représentant une valeur de 28 millions 945.096 francs. Cette même année l'Algérie a exporté en France 2.800.474 kilos d'huile.

§ 2. — Espagne et Portugal.

1. *Espagne*. — L'Espagne occupe une grande partie de la région de l'Olivier. Outre sa situation méridionale, la disposition de l'est à l'ouest de ses chaînes de montagne, qui l'abritent contre les vents du nord, la rendent éminemment propice à la culture de l'arbre de Minerve. Presque toutes les provinces possèdent de magnifiques *oliveares*, mais c'est surtout dans celles du littoral, notamment aux environs de Séville, que la culture de l'Olivier est d'une importance capitale. Dans le Centre et le Nord, les gelées la contrarient quelquefois. Aux Baléares, elle est aussi très répandue, et les terres arrosables plantées en Oliviers atteignent souvent 7.000 francs l'hectare.

La surface totale occupée par l'Olivier en Espagne est de 1.153.820 hectares; mais la culture y est en général peu soignée, sauf dans le Sud, et les rendements s'en ressentent. La production totale est de 3.217.410 hectolitres d'huile, qui est presque toujours de qualité inférieure par suite de la fermentation des fruits avant l'extraction et aussi d'une préparation défectueuse. En 1893, ce pays nous a fourni 2.980.100 kilos d'huile.

2. *Portugal*. — Le Portugal se trouve placé dans les mêmes conditions que l'Espagne au point de vue de la culture de l'Olivier. Elle y occupe environ 50.000 hectares, disséminés surtout dans l'Alentejo, l'Estramadure, et la province de Tras-os-Montes. Plus encore qu'en Espagne, elle y manque de soins culturaux, et la fabrication de l'huile laisse à désirer. L'exportation du Portugal s'élève environ à 360.000 hectolitres.

§ 3. — Italie.

C'est de tous les pays d'Europe celui où la culture de l'Olivier est le plus répandue; on la trouve, en effet, dans toutes les provinces, le Piémont excepté.

Les variétés exploitées y sont très nombreuses et occupent une superficie totale de 1.060.905 hectares. Malheureusement la culture y est très négligée, et l'incurie des paysans est telle que le rendement moyen en huile par hectare varie de 2 à 3 hectol. seulement, alors que dans ce pays, où le climat se prête si bien aux exigences de l'Olivier, on devrait obtenir beaucoup plus. Il diminue d'année en année, et, en beaucoup d'endroits, on est obligé d'arracher les plantations trop affaiblies.

Les parasites se sont en effet développés énormément, grâce au manque de soins; ils occasionnent des dégâts considérables, et c'est en Italie que la crise de l'Olivier sévit actuellement avec le plus d'acuité. La Société des Agriculteurs italiens s'en est émue à juste raison et recherche les moyens de l'arrêter.

Les huiles italiennes, surtout celles des provinces méridionales, sont particulièrement renommées; elles sont loin cependant d'avoir toutes la même valeur et la même finesse.

Pour l'Italie entière, le rendement moyen annuel est de 2.350.000 hectolitres d'huile et 30.000 quintaux d'Olives conservées, représentant ensemble une valeur de 250.000.000 de francs. On voit de quelle importance y est la culture de l'Olivier et quelles pertes occasionnerait sa disparition. En 1895, l'Italie nous a envoyé 3.832.700 kilos d'huile.

§ 4. — Autriche.

L'Olivier occupe une place assez importante dans certaines provinces; notamment, en Istrie, dans la partie méridionale du Tyrol et surtout en Dalmatie.

La surface totale qui lui est consacrée est de 47.072 hectares; la production d'Olives s'est élevée en 1895 à 127.603 quintaux. L'Autriche n'exporte cependant pas d'huile d'Olive; elle n'en produit même pas assez pour sa consommation et est tributaire de l'Italie.

§ 5. — Grèce.

La culture de l'Olivier, très florissante en Grèce dans l'antiquité, a été en grande partie détruite par l'invasion des Turcs. Elle présente encore, cependant, une grande importance relative, et occupe, d'après M. Gennadius, 130.000 hectares avec 15.000.000 d'arbres environ. Elle constitue une des richesses du pays, surtout pour les îles Ioniennes.

Les procédés employés pour l'extraction de l'huile y sont encore des plus primitifs et ne permettent d'en retirer qu'une quantité relativement faible et de qualité médiocre.

La moitié environ de l'huile obtenue est exportée en Allemagne, en Angleterre et en Russie.

P. d'Aygalliers,

Professeur à l'École d'Agriculture d'Oraison (Hautes-Alpes).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Lockyer (Sir Norman), de la Société Royale de Londres, Correspondant de l'Institut, Directeur de l'Observatoire d'Astronomie physique de Londres. — *The Sun's place in Nature*. — 1 vol. in-8 de 360 pages avec figures. (Prix relié : 15 fr.) Macmillan et Co, éditeurs. Londres, 1898.

Notre Soleil est-il une jeune ou une vieille étoile? au sens relatif, bien entendu; telle est la question que se pose l'éminent astronome, et qu'il cherche à résoudre en se fondant sur la série des modifications que subissent nécessairement les astres dans leur évolution.

Un certain nombre d'indications nous sont données, par l'étude élémentaire des astres, sur l'état plus ou moins avancé de leur formation et de leur condensation. Ainsi, tout le monde admet que les amas nébulaires constituent la première agglomération d'où sortiront les étoiles, et que les astres arrivés au point où en est notre Terre en sont à la dernière période de leur déclin. Mais, entre ces deux états extrêmes, l'âge est moins évident, et il faut avoir recours à des distinctions plus subtiles pour le caractériser. C'est ici que l'analyse spectrale montre toute sa puissance, en mettant à notre disposition les éléments délicats, dont l'interprétation correcte est sans aucun doute le critérium le plus précis sur l'état de la matière dans un astre en pleine évolution.

C'est à Sir Norman Lockyer que l'on doit le plus important ensemble de travaux sur ce beau problème, et nul n'était mieux préparé à le traiter dans toute sa généralité. Son ouvrage, didactique en ce sens qu'il prend la question à son origine, est, en maint endroit, un mémoire original, parfois même une arme de combat lorsqu'il se trouve en désaccord avec d'autres astronomes. Faisant, avec juste raison, une large place à ses travaux personnels, l'auteur n'a d'ailleurs pas cherché les exactes proportions que l'on demanderait à un ouvrage de pur enseignement. Mais, ce qu'il perd en équilibre, il le retrouve en originalité.

Les premiers chapitres sont consacrés aux instruments tels qu'ils sont employés aujourd'hui dans les observatoires. Puis l'auteur s'occupe de la découverte de l'hélium, qu'il osa, le premier, déclarer un élément nouveau, malgré l'opposition de bon nombre de chimistes. Ce gaz fut retrouvé pour la première fois par Hillebrand, dans l'uraninite, mais il passa pour de l'azote, et sa vraie nature ne fut reconnue que par M. Ramsay, alors qu'il cherchait de l'argon dans divers minéraux.

Les chapitres suivants sont plus purement astronomiques. Les relations entre les étoiles et les nébuleuses y sont indiquées, avec la démonstration du fait que quelques nébuleuses ont été considérées à tort comme de véritables étoiles. L'observation de certains astres variables est, dans la théorie des éclipses, une raison qui les fait envisager comme un doublet de nébuleuses dont l'orbite est située dans un plan passant non loin du point que nous occupons dans l'espace.

Dans les étoiles nouvelles, la Nature est prise, pour ainsi dire, en flagrant délit de formation d'un astre. C'est alors que les observations spectrales, soit de l'existence des lignes, soit de leur position, prennent une grande importance, en tant qu'indication de l'état de la matière dans l'astre nouveau, et de la direction de son mouvement par l'application de la méthode Doppler-Fizeau.

Pour en venir au critérium le plus précis de l'âge des astres, l'auteur étudie d'abord avec beaucoup de soin

le spectre de quelques corps : le calcium, le fer, le magnésium en particulier. Il montre que ce spectre varie suivant les circonstances de sa production, et que, lorsqu'on passe, pour sa formation, d'un brûleur à l'arc électrique ou à l'étincelle, on voit disparaître un certain nombre de lignes, ce que l'auteur interprète par une simplification croissante de la molécule à mesure que s'élève la température à laquelle elle est portée. C'est peut-être ici que les conclusions demandent la plus grande prudence. L'élément électrique de la formation du spectre joue peut-être un rôle important, aussi bien dans les expériences de laboratoire que dans les phénomènes cosmiques, de telle sorte que l'apparition ou la disparition de certaines lignes peut paraître une indication insuffisante de la température d'une étoile.

Mais, si l'on reste dans le domaine de la simple probabilité, on arrivera, par ce procédé, à classer les étoiles par ordre de température et, en se fondant sur d'autres particularités du spectre, l'auteur arrive à ranger les astres sur une courbe d'abord ascendante puis descendante, dont l'origine correspond aux nébuleuses, et la fin aux étoiles refroidies. Et, comme réponse à la question contenue dans le titre de l'ouvrage, l'auteur assigne à notre Soleil, ainsi qu'à la belle étoile Arcturus, une place tout au bas de la branche descendante, vers la fin de la condensation, alors que α d'Orion se trouve tout au début de la condensation, et Bellatrix au sommet de la courbe des températures.

Notre Soleil est donc une très vieille étoile, l'une des premières qui soient destinées à s'éteindre. On nous l'avait dit déjà, non sans tristesse. Sir Norman Lockyer nous le démontre, et nous pourrions lui en vouloir s'il ne s'empressait d'ajouter que la condensation continue du Soleil produit, probablement encore maintenant, une élévation de sa température intérieure. Il réchauffera donc pendant quelque temps encore notre vieille planète.

CH.-ED. GUILLAUME,
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

Lecornu (L.), Ingénieur en chef des Mines, Répétiteur de Mécanique à l'École Polytechnique. — *Régularisation du mouvement dans les Machines*. — 1 vol. in-16 de 220 pages avec figures de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Gautier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris, 1898.

L'état parfait de régime, dans le mouvement d'une machine, suppose, entre les travaux résistant et moteur, une égalité que bien des causes tendent à altérer. La régularisation a justement pour objet de rétablir autant que possible l'équilibre de ces deux travaux. Pour cela, elle peut agir sur le premier en lui ajoutant des résistances variables; mais, le plus souvent, elle agit sur le second, qu'elle proportionne au travail résistant. Ce dernier mode, bien supérieur sous le rapport économique au premier, fait seul l'objet de l'ouvrage en question.

Il se subdivise en deux classes, suivant l'importance de l'effort nécessaire à la manœuvre de la valve ou de la vanne qui commande l'entrée dans la machine du fluide moteur. Quand cet effort est minime, comme dans une machine à vapeur, il est demandé au régulateur lui-même, qui est alors à action directe; quand il est trop considérable, comme avec les moteurs hydrauliques, le régulateur se borne à commander le servomoteur chargé d'opérer la manœuvre : il est alors à action indirecte. L'étude de ces deux genres de régulateurs forme les deux parties de l'ouvrage.

La première, consacrée aux appareils à action indirecte, est le résumé, simplifié au point de vue des calculs, du mémoire, publié en 1883, dans le *Journal de l'Ecole Polytechnique*, par M. Léauté, qui a jeté une très vive lumière sur la question, en somme fort complexe, des régulateurs.

La seconde, plus développée, est la reproduction à peu près littérale du mémoire encore inédit, que l'auteur a fait couronner, en 1895, par l'Académie des Sciences; ce mémoire, inspiré par les idées de M. Léauté, est une fort intéressante étude des régulateurs à action directe.

Après avoir considéré la machine en elle-même, indépendamment de tout régulateur, M. Lecornu expose les propriétés générales de ce dernier; il envisage les deux hypothèses d'une action régulatrice proportionnelle au déplacement de la valve, et d'une action régulatrice discontinue. Un chapitre spécial est consacré au fonctionnement du régulateur en cas de faibles perturbations. L'ouvrage se termine par l'étude analytique d'une perturbation.

L'exposé, facilité par l'emploi de la méthode graphique, notamment de celle qu'ont imaginée, en 1877, MM. Beer et Dwelshauvers-Déry, reste toujours clair. La lecture ne peut qu'en être profitable aux constructeurs de machines, qui y puiseront plus d'une modification utile aux méthodes plus ou moins empiriques qui les guident dans l'établissement de leurs régulateurs.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Encyclopédie de l'Amateur photographe, publiée sous la direction de M. GEORGES BRUNEL. — 10 vol. in-16 d'environ 150 pages. (Prix de la collection complète : 15 fr.; prix d'un volume séparé : 2 fr.) B. Tignol, éditeur, 53 bis, quai des Grands-Augustins. Paris, 1898.

L'*Encyclopédie de l'Amateur photographe* est destinée à grouper en quelques volumes, d'une manière concise, mais aussi complète que possible, tous les renseignements dont les amateurs ont besoin quotidiennement. Voici les titres des dix volumes qui composent la collection :

- 1° Choix du matériel et installation du laboratoire;
- 2° Les sujets; mise au point; temps de pose;
- 3° Les clichés négatifs;
- 4° Les épreuves positives;
- 5° Les insuccès et la retouche;
- 6° La photographie en plein air;
- 7° Le portrait dans les appartements;
- 8° La photographie en couleurs;
- 9° Les agrandissements et les projections;
- 10° Les objectifs et la stéréoscopie.

Ces divers ouvrages sont dus à la collaboration de MM. Brunel, Forestier, Rayner et Chaux. Les auteurs en ont presque complètement banni la théorie; ils insistent surtout sur le côté pratique des opérations, ils indiquent, dans chaque cas, le ou les meilleurs procédés et tous les petits tours de main qu'une longue expérience de la Photographie leur a permis d'acquies. Leur œuvre sera appréciée, non seulement des débutants, mais encore des amateurs exercés, auxquels elle permettra de trouver rapidement les moyens de traiter les cas difficiles ou embarrassants devant lesquels ils se trouvent chaque jour.

Causse (H.), *Chef des Travaux à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon. — Combinaisons antimoniophénoliques. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 4 brochure in-8° de 42 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1898.*

Dans deux notes insérées antérieurement aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, M. Causse avait déjà fait remarquer que les polyphénols contractent

des combinaisons cristallines avec les sels d'antimoine, lorsqu'ils renferment deux oxydyles en position ortho.

Dans sa thèse, l'auteur expose l'ensemble de ses recherches sur le même sujet, en insistant surtout sur la pyrocatéchine et le pyrogallol.

Lorsqu'on traite une solution de pyrocatéchine par un composé halogéné de l'antimoine, en présence du sel correspondant de potassium, qui évite sa dissociation par l'eau, on obtient, après quelques minutes de chauffe, un dépôt cristallin qui représente une combinaison mixte de pyrocatéchine, d'oxyde d'antimoine et d'halogène.

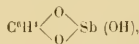
Tous ces corps répondent à la formule générale $C^H_2O^2SbR$ et se dédoublent par l'eau en acide libre et hydrate $C^H_2O^2Sb(OH)_2$; ils semblent donc représenter les sels d'un radical faiblement basique, dont l'oxydyle serait fixé sur l'élément antimoine.

D'ailleurs, on peut remplacer l'halogène par un reste d'acide oxygéné, et M. Causse décrit l'oxalate acide et l'acétate de ce même radical, qu'il appelle *antimonyle-pyrocatéchine*.

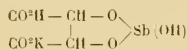
Ces faits suffisent à écarter l'hypothèse d'une combinaison étherée entre la pyrocatéchine et l'acide antimonioux; M. Causse insiste avec raison sur ce point, intéressant pour la théorie, mais les faits soulèvent une question, encore pendante, qui aurait bien dû, à notre avis, être discutée en même temps : c'est celle qui touche à la structure moléculaire des émetiques.

M. Jungfleisch enseigne que les émetiques sont des éthers antimonioux de l'acide tartrique, et la plupart des chimistes se sont rangés à sa manière de voir; mais il n'y a, en vérité, aucune distinction fondamentale à faire entre ces corps et les dérivés pyrocatechiques de M. Causse, qui renferment les uns et les autres deux fonctions voisines d'alcool, affaiblies, soit par le voisinage des carboxyles, soit par l'influence du noyau sur lequel elles se trouvent fixées.

La pyrocatéchine stibiée ayant vraisemblablement la formule :

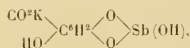


on peut se demander si l'émetique ordinaire ne serait pas mieux représenté par le schéma :



que par celui de M. Jungfleisch; il est regrettable que M. Causse n'ait pas cru devoir nous donner son avis à ce sujet.

L'auteur décrit ensuite un certain nombre de dérivés antimonioux du pyrogallol et de l'acide gallique qui sont en tout semblables, comme structure et comme propriétés, à ceux que donne la pyrocatéchine; parmi eux se trouve le corps :



qu'il n'hésite pas, d'ailleurs, à considérer comme l'émetique de l'acide gallique.

Signalons en passant un mode de dosage nouveau de l'oxyde d'antimoine, qui consiste à le traiter à chaud par une solution d'acide iodique et à doser par l'hypo-sulfite d'iodure rendu libre; enfin, un mode de séparation des trois diphenols isomères, qui repose sur la propriété que possède la pyrocatéchine d'être entièrement précipitée par le fluorure d'antimoine et sur la transformation de la résorcine en acétal insoluble, au contact de l'aldéhyde ordinaire.

Le travail de M. Causse est intéressant; il nous donne une nouvelle preuve de l'activité réactionnelle si remarquable des composés aromatiques bisubstitués en ortho.

L. MAQUENNE,
Professeur au Muséum.

3° Sciences naturelles

Roché (G.), Inspecteur général des Pêches maritimes. — La Culture des Mers en Europe. — 1 vol. in-8° de 328 pages avec 81 gravures. (Prix: 6 fr. cart.) Bibl. scient. internat. F. Alcan, éditeur. Paris, 1898.

La mer a ses littérateurs, ses poètes et ses peintres, qui enrichissent chaque année nos bibliothèques et nos musées; mais jusqu'ici, à part quelques mémoires épars et souvent trop spéciaux, nous ne possédions pas de travail d'ensemble sur l'économie des produits comestibles de la mer. Cette question nous apparaît cependant avec toute son importance, si nous disons qu'en France 90.000 hommes montant 22.000 bateaux sont occupés à la pêche, sans compter 60.000 hommes, femmes et enfants qui *pêchent à pied* le long des grèves, et que, d'autre part, le produit annuel de la pêche française est d'environ 100 millions de francs. Aussi bien, le livre que M. G. Roché vient de publier sur la culture des mers sera lui avec plaisir et avec profit par tous ceux qui s'intéressent au mouvement économique moderne; par ses fonctions et par la connaissance qu'il a de toutes les questions biologiques intéressant l'exploitation des mers, M. G. Roché était l'auteur le mieux désigné pour écrire un tel ouvrage.

« Ce livre n'est pas un traité d'aquiculture », c'est l'auteur qui prend soin de nous le dire dans sa préface; il est mieux que cela: c'est l'exposé, en un style clair, précis et toujours alerte, des efforts qui ont été faits depuis Coste et surtout en ces dernières années, dans les sciences comme dans l'industrie, pour la culture des mers.

Dès les premiers chapitres nous sommes exactement renseignés sur les causes qui ont déterminé l'évolution de cette industrie des pêches, et nous en connaissons les principales phases. L'auteur nous montre les pêcheurs, dont le nombre augmente progressivement sur les côtes de France, obligés d'aller travailler vers la haute mer; de sorte qu'au lieu de se localiser sur les côtes, la pêche maritime s'étend aujourd'hui dans des régions auparavant inexploitées: d'où la nécessité d'un matériel plus puissant et plus coûteux. Sans doute, l'emploi de la vapeur sur les bateaux de pêche régularise le travail, soustrait cette industrie aux aléas des variations météorologiques, donne plus de sécurité à la navigation, et diminue la fatigue des équipages de pêcheurs; mais ces armements modernes nécessitent un capital relativement considérable et exercent, par suite, une répercussion sur les salaires des pêcheurs.

Les mœurs de la population maritime elles-mêmes ont subi l'influence de cette évolution, car le pêcheur est devenu de ce fait une sorte de navigateur.

Pour bien marquer la transformation de cette industrie, M. Roché a voulu considérer la mer comme une vaste usine productrice de Poissons, de Crustacés et de Mollusques comestibles, et le sous-titre de son volume: *Pisciculture, Pisciculture, Ostéiculture*, nous dit clairement l'esprit avec lequel ce livre a été conçu. C'est après avoir rapidement indiqué les procédés de pêche modernes et les résultats qu'ils donnent dans les mers d'Europe, et après avoir décrit brièvement les efforts tentés pour parer au dépeuplement des mers par une réglementation des pêches, que l'auteur traite plus spécialement ces trois questions qui forment la partie la plus originale de son ouvrage.

En ce qui concerne la *Pisciculture*, il nous montre comment on est arrivé à fabriquer les alevins des espèces comestibles avec une grande précision technique: c'est ainsi que le seul établissement de Dunbar, en Ecosse, a produit, en 1893, 38 millions d'alevins de Plie et 8 millions d'alevins de Turbot et de Sole. Il est facile de prévoir l'importance que prendrait une telle industrie qui tirerait parti, en appliquant ces méthodes modernes, des marécages stériles et des landes qui bordent certains de nos rivières. Du reste, nos industriels français pourraient, dès maintenant, obtenir des renseigne-

ments sur cette question de propagation artificielle des espèces en s'adressant à la pisciculture qui vient d'être installée au Laboratoire maritime de Saint-Waast-la-Hougue, que dirige avec sa grande autorité M. le Professeur Edmond Perrier.

Si les résultats obtenus dans le repeuplement des eaux douces sont connus de tous, il n'en est pas de même pour la *pisciculture marine*, qui est cependant bien ancienne, puisque déjà les Romains construisaient des viviers d'eau marine dans lesquels ils élevaient et engraisaient des poissons. Aussi M. Roché a voulu décrire d'une façon détaillée les méthodes de pisciculture moderne, dont le principe consiste à placer dans des réservoirs les alevins ou les jeunes animaux qu'on prend à la mer et à les y faire grandir à l'abri des causes de destruction, toujours considérables, dans la Nature.

Après un clair exposé des récents travaux des naturalistes américains et anglais sur la question de la reproduction et du développement du Homard et de la Langouste, l'auteur a consacré plusieurs chapitres à l'*Ostéiculture*. L'importance donnée à cette question s'explique si l'on considère que l'Ostéiculture moderne est d'origine essentiellement française; car, après être restée longtemps confinée dans quelques lagunes italiennes, elle eut, en France, sa renaissance, grâce à l'influence du « génie fécond de Coste ». Il est incontestable qu'il est chez nous que cette culture a acquis la perfection industrielle la plus grande et atteint le plus grand développement: aussi l'Ostéiculture, dont la production atteint annuellement 20 millions, a été reléguée au second plan la pêche des Huîtres sur les bancs naturels, pêche qui produit à peine 500.000 francs.

On peut dire que ce sont surtout les hommes de science qui ont contribué au développement de l'Ostéiculture en France; M. Roché le démontre brillamment dans un chapitre sur la biologie des Huîtres comestibles, où il s'étend longuement sur l'*engraissement* et le *verdissement* de ces Mollusques, et sur les maladies qui peuvent les affecter.

Certes, la partie économique de cet ouvrage est d'une lecture attachante, mais le côté biologique n'est pas moins intéressant; j'ajouterais que ce livre, dans son entier, pourra être lu avec profit, même par les naturalistes. Je citerai notamment, parmi les questions les plus captivantes, celles de la reproduction, de la fécondité, des époques de fraie, des lieux de ponte et des migrations, du développement et de la nourriture des Poissons comestibles. M. Roché, en mettant au point toutes ces questions controversées, aura contribué à détruire certaines légendes encore fort répandues.

L'ouvrage se termine par un exposé des essais de *Spongiculture* qui ont été tentés dans l'Adriatique et sur les côtes françaises de la Méditerranée. Les Eponges ne pouvaient pas être oubliées dans un ouvrage sur la culture des mers, car elles produisent annuellement 12 millions de francs: 8 pour les pêcheries de la Méditerranée et 4 pour celles des côtes américaines.

J'ajouterais enfin que de nombreux graphiques ingénieusement tracés, et représentant un travail considérable, donnent une idée très nette de l'importance relative des diverses pêches, ou le rendement dans les divers ports français, etc.

En somme, nous devons féliciter M. Roché de ce que chez lui l'économiste n'a pas fait tort au zoologiste, et de ce que le zoologiste a été le collaborateur éclairé de l'économiste; son livre porte l'empreinte de cette dualité de connaissances, et c'est peut-être à cela qu'il doit ses principales qualités. Laissant de côté tout le pittoresque qui engule trop souvent ces questions si complexes, M. Roché a réussi à les présenter clairement, avec l'esprit pratique de l'économiste et la rigueur scientifique du biologiste. D'où le mérite de cet ouvrage, l'un des meilleurs de la *Bibliothèque scientifique internationale*.

E. CAUSTIER,
Agrégé de l'Université,
Professeur au Lycée Hoché.

4° Sciences médicales

Thoinot (L.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris. — Attentats aux mœurs et Perversions du sens génital.* — 1 vol. in-8° de 520 pages. (Prix: 9 fr.) O. Doyn, éditeur. Paris, 1898.

L'auteur a très justement caractérisé lui-même son ouvrage en le présentant comme une œuvre de mise au point et de vulgarisation; il consiste en une série de 19 leçons, qui ont été professées à la Faculté de Médecine pendant le semestre d'hiver 1896-97, et que le Dr Dupré a recueillies; elles ont gardé, sous leur forme nouvelle, le ton, l'allure et le mouvement de l'enseignement oral: claires et bien documentées, de lecture aisée, elles mettront, sans qu'elles aient à faire un effort, les futurs médecins experts en possession de notions de divers ordres qui leur sont indispensables, et leur enseigneront surtout, ce dont il faut grandement louer M. Thoinot, à être prudents et réservés dans leurs conclusions: mais on n'y trouve ni faits très nouveaux, ni conceptions très originales, ni non plus, ce qui serait d'ailleurs déplacé ici autant qu'indispensable dans un manuel, un ensemble complet de références précises, une bibliographie méthodique et critique qui puissent permettre à ceux qui souhaiteraient de pousser plus loin ces études, d'éviter de longues et parfois difficiles recherches; il convient d'ailleurs d'ajouter que M. Thoinot indique en règle très générale la provenance exacte de tous les faits qu'il cite et de toutes les observations qu'il rapporte.

Le livre de M. Thoinot comprend deux parties: dans la première, plus directement médico-légale, il est traité des attentats aux mœurs (12 leçons); dans la seconde, des perversions du sens génital (7 leçons). Bien que la connaissance des faits de cette nature soit nécessaire aux médecins experts qui peuvent être appelés à faire l'examen médico-légal de certains prévenus, inculpés de délits contre les mœurs, c'est, à vrai dire, à la pathologie mentale beaucoup plutôt qu'à la médecine légale que se rapportent ces sept dernières leçons, où les considérations relatives aux diverses questions sur la responsabilité des malades qui se sont rendus coupables des actes incriminés, son étendue, ses limites, les instructions sur la manière de procéder à leur examen, l'indication des précautions à prendre contre les simulations possibles, ne tiennent que la très petite place. M. Thoinot s'est contenté ici de résumer, en les enrichissant de quelques observations personnelles, les travaux de Magnan, de Lasègue, de Charcot, de Westphal, de Krafft-Ebing, de Moll, de Garnier, de Chevalier, etc.; il étudie successivement l'inversion du sens génital (inversion des dégénérés, inversion épisodique dans les diverses psychoses, inversion-vicié), l'exhibitionnisme, la substitution dans le désir sexuel d'une portion du corps féminin ou masculin ou d'un objet d'habillement ou de toilette à la personne entière de l'homme ou de la femme (amour des tabliers blancs, des bottines de femmes, des cheveux, de la main, etc.); c'est ce qu'on a appelé le « fétichisme », terme singulier et qui semble mal approprié; le sadisme et l'anomalie inverse: le « masochisme », la bestialité, la nécrophilie, qu'il réduit à un complexe de tendances morbides dont les deux principales sont le fétichisme et le sadisme, et la nymphomanie nymphomanie épisodique des psychoses, délire aigu à forme nymphomanique, nymphomanie des dégénérés, le satyriasis et l'érotomanie.

Dans la première partie, après avoir défini juridiquement le viol, l'attentat à la pudeur et l'outrage à la pudeur, indiqué les résultats auxquels conduit l'étude de la statistique des attentats aux mœurs en France, rappelé à grands traits les notions essentielles sur la structure et la disposition des organes génitaux de la femme, et examiné en détail les formes et les aspects divers que peut présenter la membrane hymen, M. Thoinot pose les règles générales de l'expertise en matière de

viol, puis il étudie les signes de la virginité et de la défloration. Il examine les cas où l'hymen persiste après la défloration et même après que des rapports sexuels habituels se sont établis, et traite de la déchirure et de la cicatrisation des diverses formes d'hymen. Il passe alors en revue les signes du viol chez l'enfant, la jeune fille nubile et la femme, indique les règles à suivre en chacun de ces cas pour l'examen médico-légal, et montre quelles sont les conclusions qu'on peut tirer des faits et de quelles réserves il faut les entourer. Il étudie ensuite le viol pendant le sommeil naturel, le sommeil anesthésique, le coma, les accès de somnambulisme naturel, etc.; il examine en détail la question de la possibilité du viol d'un sujet hypnotisé; il expose, à cette occasion, quelques notions générales relatives à l'hypnotisme et discute les théories rivales de l'Ecole de la Salpêtrière et de l'Ecole de Nancy; il conclut, mais avec quelques réserves, en faveur des théories de Charcot et de ses disciples.

Les leçons VIII, IX et X sont consacrées aux attentats à la pudeur: et tout d'abord à ceux qui sont commis sur les petites filles; il discute en grand détail la valeur séméiologique de la vulvo-vaginite que l'on observe chez beaucoup d'enfants de cet âge et à laquelle beaucoup trop de gens, de médecins même, ont une tendance fâcheuse à attribuer une origine le plus souvent délétieuse: c'est une affection banale dans la majorité des cas; il traite également du diagnostic différentiel entre le chancre syphilitique, l'herpès et la vulvite érosive, et examine, en terminant, les signes de l'attentat pédérastique aigu et chronique. La leçon XI, l'une des plus intéressantes du volume, est consacrée aux faux attentats (chantage au viol, fausses accusations faites de bonne foi par la mère et suggérées par elle à l'enfant, fausses accusations créées de toutes pièces par l'enfant, concubinage ou inconsciemment, mensonges conscients ou inconscients des hystériques, etc.); la leçon XII, à l'outrage public à la pudeur: le rôle du médecin expert se limite ici à l'examen physique et mental de l'inculpé dans certains cas de bestialité ou d'exhibition des organes génitaux; M. Thoinot insiste spécialement sur le cas des individus atteints d'intimités locales qui excusent et expliquent l'acte en apparence impudique. Par toute cette première partie, ce livre est digne de remplacer le livre longtemps classique, mais maintenant vieilli de Tardieu.

L. MARILLIER,
Agrégé de l'Université.

5° Sciences diverses

La Grande Encyclopédie, Inventaire raisonné des Lettres, des Sciences et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. (Prix de chaque livraison: 1 fr.; prix du volume broché: 25 fr.) Bureau: 61, rue de Rennes, à Paris.

Le XIII^e volume de la Grande Encyclopédie vient de paraître. Nous y trouvons un grand nombre d'articles intéressants, en particulier ceux consacrés aux *Mathématiques*, par MM. P. Tannery et L. Sagnet; à la *Mécanique*, par M. L. Béguin; à la *Médecine*, par MM. les Drs Hahn, Potel et Liétard; à la *Métallurgie*, par M. Mouton; à la planète *Mars*, par M. Barré; à la *Mécanotechnie*, par M. Boireau. Le côté géographique est représenté par une belle étude sur la *Mer*, due à MM. L. Marchand et Trouessart, et par d'importantes monographies: celles du *Mexique*, par MM. Gautier et Métin; celle du *Maroc*, par M. de la Martinière; celle de la *Martinique*, par M. Ch. Delavaud; enfin, celles de plusieurs départements français: *Marne*, *Haute-Marne*, *Mayenne*, *Meurthe-et-Moselle*, *Meuse*. Le côté littéraire, artistique et historique n'est pas non plus négligé; il est représenté par de nombreux articles biographiques et critiques.

La publication de la Grande Encyclopédie, qui avait subi un temps d'arrêt, va être activée, et l'œuvre entière sera achevée pour 1900.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 Août 1898.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie le décès de M. **Pomel**, correspondant pour la Section de Minéralogie.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **G. Ricci** montre que le problème qui a pour but de déterminer les conditions d'existence et les transformations infinitésimales génératrices du groupe continu de mouvements sans déformation d'une variété V à trois dimensions est intimement lié aux propriétés de ses invariants principaux et des directions principales correspondantes. L'auteur démontre que, si G n'est pas à un seul paramètre, les invariants principaux de V sont aussi des invariants du groupe G ; il s'ensuit que, pour que le groupe G soit transitif, il est nécessaire que les invariants principaux de V soient constants. — M. **E.-O. Lovett** montre que les $m+1$ invariants différentiels qui correspondent aux transformations du groupe projectif dans l'espace à $n+1$ dimensions sont solutions d'un système complet d'équations aux dérivées partielles du second ordre. — M. **Emile Cotton** démontre les propositions suivantes : A toute variété à trois dimensions, il est possible d'en adjoindre une autre, qu'il appelle variété principale, ne différant de la précédente que par le ds^2 . Si deux variétés sont représentables conformément l'une sur l'autre, leurs variétés principales sont applicables, et réciproquement. La détermination de cette variété principale se fait par des opérations toujours effectuelles.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. **P. Janet** a étudié le fonctionnement des commutateurs, marchant à vide, les pertes étant supposées négligeables. Pour une excitation donnée, il existe une seule tension alternative aux frotteurs E_0 pour laquelle la tension continue E_c recueillie aux balais soit dans le rapport théorique $\sqrt{2}$ à 1. Si, sans changer l'excitation, on fait varier la tension alternative aux frotteurs, le rapport $\sqrt{2}$ ne se maintient pas entre les deux tensions ; la tension recueillie aux balais est alors une tension ondulée. Si, en maintenant constante la tension aux frotteurs, on fait varier l'excitation, la tension recueillie aux balais est, comme précédemment, une tension ondulée. — MM. **Albert Lévy** et **H. Henriot** exposent les résultats qu'ils ont obtenus dans le dosage de l'acide carbonique de l'air après que celui-ci a séjourné au contact d'une solution de potasse caustique, soit pendant dix minutes, soit pendant deux heures. Le second chiffre est plus élevé que le premier, et les auteurs attribuent le fait à la formation continue d'acide carbonique aux dépens des matières gazeuses carbonées de l'air sous l'influence de la potasse caustique. La différence des deux résultats donnera d'utiles renseignements sur la quantité de ces matières gazeuses carbonées, dont la présence intéresse l'hygiène urbaine.

Séance du 22 Août 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Jean Mascart** communique ses observations de la planète 1898, DQ (Witt, 1898, août, 14), faites à l'équatorial de la tour de l'Ouest à l'Observatoire de Paris ; la planète est de grandeur 10,5 environ. — M. **G. Ricci** démontre le théorème suivant : Une famille de lignes l étant donnée dans une variété quelconque V à n dimensions, pour l'existence d'un groupe continu de mouvements sans déformations de V ayant les lignes l comme trajectoires, il faut et il suffit : a) que la famille des lignes de cour-

bures géodésiques de la famille l soit normale à une famille de variétés à $n-1$ dimensions ; b) que les racines d'une certaine équation algébrique du degré $n-1$ soient toutes égales entre elles ; c) que les lignes de courbure géodésique de toute famille normale à l soient aussi normales à l .

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. **E. Mack** décrit un appareil qui lui a permis de mesurer la température de fusion de la naphthaline jusqu'à 2,150 atmosphères. La variation de la température de fusion avec la pression se traduit par une loi parabolique, mais le coefficient de p^2 est si faible qu'on peut dire que ces deux quantités sont proportionnelles. L'auteur a également déterminé les températures de fusion de la naphthylamine α , de la diphenylamine et de la paratoluidine sous diverses pressions, par comparaison avec la naphthaline ; il n'a observé aucun des maxima trouvés par MM. **Damien** et **Demerliac**. — M. **R. de Forcrand** a cherché à préparer les oxydes de sodium par l'action de l'air sec et décarbonaté sur le sodium chauffé au-dessus de son point de fusion. On obtient d'abord une masse grise, qui est un sous oxyde Na_2O retenant un peu de sodium. Si l'on chauffe plus longtemps, cette masse s'enflamme et donne naissance : d'une part, à une fumée blanche, qui se condense sur les parois du ballon et qui est du bioxyde Na_2O_2 retenant un peu d'eau ; d'autre part, à une masse jaune, devenant blanche par le refroidissement, qui est un mélange d'oxyde Na_2O et de bioxyde Na_2O_2 . — M. **J. Bonnefoi** a préparé les composés que donne le chlorure de lithium avec 1, 2, 3 et 4 molécules d'ammoniaque. Ils se forment respectivement : au-dessus de 85° , entre 60° et 85° , entre 20° et 60° , au-dessous de 13° . Leurs chaleurs de formation sont : + 11,812 cal. ; + 23,359 cal. ; + 34,456 cal. ; + 43,335 cal. Elles concordent remarquablement avec les valeurs calculées au moyen de la formule de Clapeyron appliquée aux tensions de dissociation. — M. **J.-R. Moulero** a préparé des sulfures de strontium phosphorescents en modifiant légèrement la méthode de Verneuil. Les impuretés des produits obtenus consistent en sulfate de strontium, sulfure et chlorure de sodium, sulfure et oxyde de bismuth ; c'est à ces deux derniers corps qu'il faut attribuer la splendide phosphorescence, mais leur activité ne se développe qu'en présence des composés alcalins. — M. **Léo Vigron** indique une nouvelle méthode de dosage du tannin basée sur le principe suivant : Étant donnée une solution aqueuse de tannin, cette substance, à l'exclusion des autres corps qui l'accompagnent d'ordinaire (acide gallique, glucose, etc.), est absorbée facilement et sensiblement en totalité par la soie décreusée ; il suffit de maintenir le mélange soie-tannin dissous, pendant quatre à cinq heures, à la température de 50°C , et d'employer la soie en grand excès par rapport au tannin. Le tannin absorbé peut être dosé : a) par différence, en pesant l'extract à 110° de la solution de tannin avant et après absorption par la soie ; b) par différence, en titrant par le permanganate de potasse, avant et après l'action de la soie, la solution de tannin additionnée de carmin d'indigo.

Séance du 29 Août 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **F. Rossard** communique ses observations de la planète DQ Witt, faites à l'Observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner de 0^m,25 d'ouverture. — M^{lle} **D. Klumpke** présente les observations de quelques étoiles filantes apparues dans les nuits des 9, 10, 12, 13, 14, 16 et 18 août. Les étoiles filantes sillonnaient le ciel à peu près dans

toutes les directions; les trajectoires blanches, lumineuses, persistant parfois pendant une ou deux secondes, ressemblaient à de larges stries de la grandeur 2. 3. 4; en général, les étoiles filantes ne faisaient que traverser notre atmosphère; d'autres s'y éteignaient, et, pour celles-là, la bande lumineuse était suivie d'une explosion de lumière rouge, jaune rougeâtre.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Séguéy a constaté que la pression intérieure, dans un récipient vidé, n'est ni uniforme ni constante dans toutes les parties de ce récipient, quand il est traversé par un courant électrique quelconque. Ainsi, si l'on prend un tube recourbé dans lequel on a fait le vide au 1/1.000.000 et qu'on le fasse traverser par un courant de bobine d'induction, on constate que, du côté de la cathode, le vide se maintient, tandis que, du côté de l'anode, il tombe à 11.000, et l'appareil donne les effets du tube de Geissler. Si l'on renverse le sens du courant, on peut observer le déplacement des molécules gazeuses qui se réfugient à l'autre extrémité du tube.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. J. Marey communique à l'Académie une proposition qu'il a faite au Congrès international de Physiologie, tenu à Cambridge du 22 au 27 août. Il rappelle les services rendus à la Physiologie par la méthode graphique. Mais les résultats obtenus ne sont le plus souvent pas comparables pour deux raisons : d'abord, les expérimentateurs emploient des systèmes d'unités très différents; ensuite, ils se servent d'appareils inscripteurs qui ne donnent pas l'expression authentique des phénomènes à enregistrer, par suite d'une construction défectueuse; c'est là souvent une grave source d'erreurs. Pour remédier à ces inconvénients, l'auteur a proposé la nomination d'une Commission internationale qui aurait pour but de rechercher les mesures à prendre pour l'uniformisation des méthodes et le contrôle des instruments employés en Physiologie. Le Congrès a adopté la proposition de M. Marey et a nommé une Commission dont les divers membres vont se mettre chacun au travail dans leurs pays respectifs et se réuniront ensuite à Paris en 1900 pour centraliser et classer les résultats déjà obtenus. — MM. A. Bianchi et Félix Regnault se sont livrés, au moyen de la méthode phonoscopique, à l'examen des organes de trois coureurs qui ont pris part à la course récente de soixante-douze heures en bicyclette. Ils concluent que la bicyclette développe les poumons en haut et en arrière, élève les organes et donne à l'estomac une forme en besace. D'où applications thérapeutiques dans les ptoses, les anciennes pleurésies, la verticalité somacale. L'exercice prolongé de la bicyclette nécessite des organes sains et résistants, surtout les poumons et le cœur. LOUIS BRUNET.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 30 Juillet 1898.

MM. Roger et Garnier ont observé, à l'autopsie de quatre tuberculeux ordinaires, de la sclérose du corps thyroïde : en aucun point il ne s'y trouve des productions tuberculeuses. — M. Gilbert montre qu'on peut faire apparaître le bruit de soufflé continu dans la jugulaire externe chez les chlorotiques en contractant les deux chefs claviculaires du sterno-mastoïdien. — M. Moussu a constaté que l'ablation de la thyroïde et des parathyroïdes provoque la mort du chien et du chat; l'injection d'extraît thyroïde n'empêche pas les accidents mortels; l'injection de parathyroïdes les atténue un peu. — MM. Dejerine et Long ont étudié le pied du pédoncule chez des hémiplegiques de cause cérébrale avec hémianesthésie; la dégénérescence des fibres partant de la corticale gagnait constamment le *locus niger* et, en avant de celui-ci, le *pes lemniscus*. — M. Long étudie, chez le chien, les dégénérescences produites par un foyer de nécrose accidentel, limité à une moitié de la substance grise, et consécutif à une section de la sixième racine lombaire. — M. Musy a

constaté que l'albuminurie était fréquente dans les affections apyrétiques; mais le procédé Schultess dont il s'est servi ne lui paraissant pas exempt d'erreur, il se propose de recommencer ses recherches avec un procédé basé sur le sulfate d'ammoniaque. — M. A. d'Arsonval a fait agir l'air liquide sur des cultures préalablement desséchées et a obtenu des atténuations très marquées. — MM. Charrin et Lefèvre montrent que les sucres digestifs, en milieu acide, atténuent la toxine diphtérique. Les sécrétions gastriques, pancréatiques, biliaires, modifient les toxines diphtériques et tétaniques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 1^{er} Juillet 1898.

M. A. Berget présente à la Société le résultat des observations de M. A. Stanoïévitch : *Sur les lignes de force et les surfaces équipotentiellles dans les végétaux*. L'étude des sections de différents végétaux a manifesté une identité absolue entre le diagramme des champs électriques et magnétiques et la structure des tiges végétales : la plante croît de façon que les couches d'accroissement aient la forme de surfaces équipotentiellles; orthogonalement à celles-ci, existent des lignes de force; la croissance des végétaux est donc une force dirigée, et, quand un arbre se fend, c'est toujours suivant une ligne de force, quelque complexe qu'en soit la forme. — M. le Dr d'Arsonval présente à la Société deux litres d'air liquide obtenus dans son laboratoire à l'aide d'une petite machine du professeur Linde. M. d'Arsonval décrit cette machine en rappelant que son principe repose sur le refroidissement produit par la détente de l'air comprimé, conformément à la méthode qui a permis, en 1877, à M. Cailletet de liquéfier tous les gaz réputés permanents. L'air liquéfié peut être conservé et manié, à la pression atmosphérique, dans des vases en verre à double paroi. Le vide de Crookes fait entre les deux parois constitue la protection la plus efficace contre le réchauffement. M. d'Arsonval dit qu'il a étudié l'action de l'air liquide sur les microbes pathogènes et leurs produits solubles (toxine). Cette action est presque nulle, même après six jours de séjour des microbes dans l'air liquide. — M. C. Raveau ne pense pas qu'on puisse accepter sans réserves la théorie que M. Linde a donnée du fonctionnement de son appareil. Joule et Thomson laissent l'air s'écouler lentement, le refroidissement était progressif; leur expérience ne détermine que l'état final atteint par l'air dans l'appareil de Linde quand il arrive dans les parties larges de la canalisation, où sa vitesse est faible. Mais le gaz, traversant le robinet pointeau, prend d'abord une force vive considérable, et sa température devient très basse; ce n'est qu'ensuite que la vitesse se ralentit et que la température se relève. Le refroidissement qui accompagne la détente brusque est beaucoup plus grand que l'effet résiduel qui subsiste quand la vitesse est amortie. On peut produire du froid, sans travail extérieur, par la détente d'un gaz dont l'énergie est fonction seulement de la température, à condition de lui laisser prendre de la force vive et de n'utiliser qu'une portion convenable du phénomène de détente; c'est probablement dans cette voie qu'il faut chercher l'explication complète du succès de l'expérience de M. Linde. — MM. Le Chatelier et Boudouard ont étudié la radiation des manchons à incandescence et reconnu que, pour expliquer leur rendement lumineux élevé, il n'y avait pas besoin d'invoquer aucun phénomène exceptionnel, la *luminescence*, ou fluorescence à chaud, qui avait été mise en avant par M. Nichols, ne joue certainement aucun rôle. Le pouvoir émissif des manchons est, en effet, pour toutes les radiations et toutes les températures, inférieur à l'unité. Il est seulement plus grand dans le violet que dans le vert, et dans le vert que dans le rouge. Il est sans doute extrêmement faible dans l'infrarouge. Les manchons sont constitués par une matière à pouvoir émissif variable

avec la longueur d'onde, ce qui est le propre de tous les corps colorés. La température du manchon n'est pas, comme le pense M. Bunte, extraordinairement élevée et supérieure à 2 000°; elle est, en réalité, comprise entre 1 600 et 1 700°. Enfin le rendement lumineux n'est pas dû, comme le pense M. S. John, à un pouvoir émissif particulièrement élevé. Les pouvoirs émissifs moyens sont plus avantageux. En résumé, la seule cause du rendement lumineux des manchons Auer résulte de la faiblesse de leur pouvoir émissif dans la région calorifique du spectre. Ces manchons sont essentiellement composés de deux corps : l'oxyde de thorium (99 %) et l'oxyde de cérium (1 %) qui, pris isolément, ont un rendement lumineux plus faible. Le mélange des deux corps donne un rendement supérieur à la moyenne, parce que ce n'est pas un mélange mécanique, une simple juxtaposition, mais un mélange chimique homogène (isomorphisme ou dissolution solide). Dans ce cas, les pouvoirs absorbants et, par suite, les pouvoirs émissifs ne sont pas la moyenne arithmétique de ceux des éléments constitutifs.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES

W.-J. Russell, V. P. R. S. : Nouvelles expériences relatives à l'action exercée par certains métaux et autres corps sur la plaque photographique (Bakerian Lecture). — L'auteur a montré précédemment que certains métaux ou alliages et d'autres substances, telles que le vernis copal et l'encre d'imprimerie, sont capables d'agir, même à distance, sur une plaque photographique, en donnant des effets similaires et développables de la même façon que ceux produits par la lumière ordinaire. Deux hypothèses se trouvaient en présence pour l'explication de ces phénomènes : l'émission de vapeurs par les corps actifs ou la production d'une sorte de phosphorescence. La première hypothèse, qui semblait être la vraie pour certains corps organiques, paraissait fort improbable dans le cas des métaux; de nouvelles expériences étaient nécessaires pour élucider la question. Ce sont celles que nous allons décrire.

I. — *Expériences sur les substances organiques.* — Parmi ces substances, les plus actives au point de vue qui nous occupe sont le vernis copal et l'encre d'imprimerie, qu'elles soient placées au contact ou à distance de la plaque photographique. L'action qu'elles exercent se transmet même à travers différents milieux. Il a été facile de constater que ces corps doivent leur propriété à leurs constituants principaux : l'huile bouillie et l'essence de térébenthine, qui, prises séparément, exercent la même action. L'huile bouillie, c'est-à-dire de l'huile de graine de lin qui a été chauffée avec de l'oxyde de plomb (huile siccatrice), est une substance très active; de même la térébenthine pure, à cause de sa volatilité. Ces substances, qui ont servi aux expériences, sont employées ou bien liquides, dans de petits vases, ou bien servent à imbibier des morceaux de bristol, de pierre ponce ou d'autres corps poreux et neutres; l'huile siccatrice peut encore être étendue sur une plaque de verre ou un carton et laissée jusqu'à dessiccation. D'autres huiles végétales sont également actives, mais à un degré plus faible; les huiles minérales ne le sont pas. Le vernis copal, lorsqu'il a été légèrement chauffé et qu'il a perdu ses constituants volatils, devient complètement inactif. Il semble donc bien que l'action sur la plaque photographique est due dans ce cas à une vapeur.

Si l'on interpose entre la plaque et la substance active une feuille de verre ou de mica, quelque mince qu'elle soit, l'action ne se produit plus. Elle persiste, au contraire, plus ou moins forte, avec des écrans de gélatine, de celluloid, de collodion, de gutta-percha, de papier à calquer, de parchemin ou de papier ordinaire. Si l'on augmente l'épaisseur de l'écran de gélatine, l'action se produit au bout d'un temps de plus en plus long. L'image formée sur la plaque est la repro-

duction exacte de la surface du corps actif; si ce corps est une plaque de verre recouverte de vernis copal durci, l'image montrera toutes les inégalités, les rayures et les cassures de la surface du vernis, même lorsque plusieurs écrans de gélatine auront été interposés.

Voici une expérience typique qui montre bien la production de vapeur par le corps actif. Un morceau de bristol rond est saturé d'huile siccatrice; un peu au-dessus, on dispose un petit cercle de mica qui le masque complètement; un peu plus haut, on place une feuille de mica percée d'un trou rond plus petit que le cercle de mica, et on recouvre le tout d'une plaque photographique. Dans ce cas, il ne peut y avoir aucune action directe de l'huile sur la plaque, et cependant celle-ci est impressionnée au bout de trois jours et montre un large anneau sombre s'irradiant vers le centre; les vapeurs émises par l'huile ont contourné le cercle de mica et sont venues au contact de la plaque.

Le pouvoir des corps actifs peut être transmis à une substance neutre. Si l'on suspend un morceau de bristol, sans action par lui-même, au-dessus d'huile siccatrice ou de térébenthine, il devient fortement actif au bout de quelques jours, et impressionne la plaque photographique. Si l'on découpe, dans un écran, un dessin quelconque et qu'on interpose l'écran entre le bristol et le corps actif, ce dernier n'agira que sur les parties du bristol non masquées, et, lorsqu'on applique ensuite le bristol sur une plaque, il y reproduira exactement le dessin de l'écran.

Les expériences précédentes ont toutes été faites à la température ordinaire; l'élévation de température augmente l'activité des substances et diminue le temps d'exposition; mais il ne faut pas dépasser 55° centigrades; au delà, la plaque sensible serait altérée.

Un fait intéressant peut se rattacher aux expériences précédentes. Si l'on coupe une branche d'arbre et qu'on applique la section sur une plaque photographique, on voit se reproduire, après développement, les détails de structure du bois. Ces figures sont produites par les matières volatiles contenues dans le bois; toutefois, les détails ne viennent pas tous également bien; cela tient à ce que les diverses parties du bois ne renferment pas la même quantité de substances volatiles.

Parmi les autres substances, ni l'eau, ni l'alcool, ni l'éther purs n'agissent sur les plaques sensibles. Mais les produits impurs du commerce agissent plus ou moins fortement. On a donc là un moyen de contrôler la pureté de ces produits ainsi que la marche des procédés de purification.

En résumé, on peut considérer que l'émission de vapeurs par les corps organiques est la cause immédiate de leur action sur la plaque photographique.

II. — *Expériences sur les corps métalliques.* — Si l'on substitue une feuille de zinc poli au bristol saturé d'huile siccatrice, on observe une action analogue sur la plaque photographique; l'exposition doit toutefois être plus prolongée. D'autres métaux jouissent des mêmes propriétés que le zinc : le magnésium et le cadmium au même degré; le nickel, l'aluminium, le plomb et le bismuth à un degré plus faible; le cobalt, l'étain et l'antimoine à un degré très faible.

L'action photographique des métaux est-elle due à l'émission d'une vapeur? Les expériences suivantes vont permettre de résoudre la question. Un morceau de zinc qui a été exposé à l'air pendant longtemps devient inactif; mais, si on le frotte avec du sable fin ou du papier d'émeri, il devient tout à coup extrêmement actif. Si on le met alors en contact avec une plaque sensible, on obtient une image délavée de la surface rayée du métal; si l'on éloigne le zinc de la plaque, l'image se produit également, mais elle est d'autant plus indistincte que la distance est plus grande. Cette activité du zinc doit être attribuée à la production, par le frottement, de surface métallique fraîche.

L'action des métaux se transmet à travers les mêmes milieux que celle des corps organiques : gélatine, celluloid, collodion, papier à calquer, baudruche. Il est

donc évident que le mode d'action est le même, c'est-à-dire que les métaux produisent, à la température ordinaire, des vapeurs qui impressionnent la plaque sensible en donnant l'image exacte de la surface métallique. Il est cependant remarquable que ces vapeurs puissent traverser les milieux cités plus haut. Pour avoir une idée de la porosité de ces corps, l'auteur a déterminé le pouvoir diffusif de l'hydrogène à travers eux. La gélatine mince, le colléroid, la gutta-percha, le papier à calquer, la baudruche, se laissent lentement traverser par l'hydrogène; la gélatine épaisse l'arrête. Il faut donc supposer que les vapeurs métalliques possèdent un état moléculaire beaucoup plus fin que l'hydrogène ordinaire, puisqu'elles traversent si facilement les substances citées plus haut.

Les expériences décrites pour les corps organiques peuvent être répétées avec les métaux; elles aboutissent aux mêmes résultats. Un morceau de bistol inactif devient actif après contact avec une plaque de zinc; si l'on fait cette opération en interposant un écran percé, le bistol reproduira ensuite l'image des trous de l'écran. La durée d'exposition doit être de six semaines environ.

Si l'activité du zinc est due à l'émission d'une vapeur, celle-ci doit pouvoir être entraînée par un courant d'air. Pour vérifier cette hypothèse, l'auteur a rendu un tube d'un pied de long, rempli de tournure de zinc amalgamé, et y fait passer un courant d'air; l'extrémité du tube aboutit dans une chambre noire, au fond de laquelle on dispose une plaque sensible recouverte, à une certaine distance, par un écran pour empêcher l'action directe du zinc. Au bout de quatre jours, on obtint sur la plaque l'image de l'écran du côté où le tube aboutissait à la chambre noire. La même expérience, répétée avec du zinc ordinaire et sans écran, donna lieu à la production, au bout d'une semaine, d'une large tache noire au-dessous du point d'arrivée de l'air. L'effet ainsi produit n'est pas dû au courant d'air, car si l'on procède à l'opération sans mettre de zinc dans le tube, la plaque n'est pas impressionnée.

Au point de vue de l'action photographique, le mercure offre des particularités remarquables. Pur, il est inactif; impur, il est actif. L'addition de 1/300 % de zinc suffit à le rendre actif; le magnésium et le plomb ont la même influence, l'argent non. Il est remarquable qu'une si faible addition de métal cause une action si forte sur la plaque sensible. On a là un moyen pratique de reconnaître si le mercure contient du zinc ou du plomb, ses impuretés ordinaires, et en même temps de contrôler la marche des procédés de purification de ce corps.

La température a une grande influence sur les phénomènes précités; à 4° ou 5°, le zinc n'a qu'une action très faible; la plupart des expériences ont été faites à 17° ou 18°, quelques-unes à 53°. Les plaques employées étaient les plaques rapides Iford.

En résumé, les expériences précédentes montrent que certains métaux possèdent la propriété d'émettre, même à la température ordinaire, des vapeurs qui agissent sur la plaque sensible; ces vapeurs peuvent être entraînées par un courant d'air; elles sont capables de traverser des couches minces de substances comme la gélatine, le colléroid, le collodion, et, même après ce passage, de donner encore un dessin défini de la surface du corps qui les a produites. Les métaux les plus actifs ne sont pas les plus volatils apparemment, car le nickel est très actif, tandis que le cobalt l'est très peu.

III. — *Expériences ultérieures.* — Pendant l'impression du mémoire précédent, l'auteur a continué ses expériences, qui l'ont amené à découvrir un grand nombre d'autres substances actives. Les huiles végétales sont actives à des degrés variés; les huiles, dites essentielles, le sont beaucoup; parmi ces dernières, il faut citer : les essences de menthe poivrée, de citron, de pin, de genièvre, de bergamotte, de lavande, de girofle, d'eucalyptus, de cédrat, etc., soit à l'état naturel, soit dis-

soutes dans l'alcool. Les composants principaux de tous ces corps sont des terpènes; ces derniers, pris à l'état pur, se sont montrés remarquablement actifs; la paraldehyde et le benzaldéhyde, le gaiacol, de même. La propriété importante de toutes ces substances étant leur pouvoir réducteur (par absorption d'oxygène), on arrive à la conclusion que c'est cette propriété qui les rend capables d'agir sur la plaque photographique. Les huiles minérales, les alcools, les éthers, le benzène, les corps oxydés de la série des terpènes (terpinol, camphre, thymol), sont inactifs à l'état pur. Un fait remarquable, c'est qu'une trace de zinc suffit à rendre l'alcool (comme le mercure) très actif; il en est de même pour l'éther; le cadmium, le magnésium et l'aluminium ont la même propriété.

2° SCIENCES NATURELLES.

Leonard Rogers : Relation entre les variations du niveau des eaux souterraines et l'apparition de la malaria au Bengale. — L'existence des fièvres malarieuses dans les districts bien arrosés et marécageux, surtout quand le sol humide est desséché à la surface, est connue depuis longtemps. Les causes de ces fièvres sont loin d'être évidentes; les variations rapides de température, les froids, les alternances d'humidité et de sécheresse ont été tour à tour incriminées.

Les observations de l'auteur, faites pendant un an à Chotta-Nagpur (Bengale), et continuées pour lui pendant une autre année, lui ont fait découvrir une relation parfaitement définie entre l'élévation et l'abaissement du niveau des eaux souterraines et l'accroissement et la décroissance de la malaria. L'auteur a mis cette relation en évidence dans une série de diagrammes que le défaut de place nous empêche de reproduire. Dans ces diagrammes, la courbe supérieure reproduit le niveau moyen de l'eau au-dessous de la surface du sol dans trois puits situés autour du campement d'un régiment de natifs. La courbe inférieure indique le nombre quotidien moyen de nouveaux cas de malaria parmi les quatre cents hommes du régiment. L'allure de ces courbes coïncide remarquablement. Les fortes chutes de pluies ne provoquent pas immédiatement l'augmentation de la malaria; c'est seulement lorsque, après quelque temps, l'influence de ces chutes fait monter le niveau des eaux souterraines que la fièvre s'accroît.

L'auteur a également tracé le diagramme des chutes d'eau et des cas de fièvre pour les années 1886 à 1895. Il tire de son examen ces conclusions : Durant le premier mois de la saison des pluies, quand la température varie peu, il y a à peine une légère augmentation de la malaria, le niveau des eaux souterraines étant trop bas pour l'influencer. Dans les années très pluvieuses, comme 1887, 1893, 1894, il y a un excès de fièvre, d'autant plus marqué que la pluie est irrégulièrement distribuée et qu'elle cause de plus grandes fluctuations du niveau des eaux souterraines. Quand la chute de pluie est au-dessous de la normale, la fièvre est faible; et quand la pluie est également répartie sur tous les mois, de façon que le niveau des eaux souterraines soit à la fois constant et bas, la fièvre est minimum, comme en 1892. Une succession d'années sèches ou pluvieuses semble augmenter leurs effets.

D'autre part, il faut noter que les cas de fièvre qui se produisent dans les mois secs n'ont aucun rapport avec la chute de pluie (le niveau des eaux profondes étant très bas à cette époque); mais ils sont proportionnels aux cas de fièvre de la saison pluvieuse précédente; quand le régiment est remplacé entre ces deux périodes, le nombre des cas de fièvre du nouveau régiment dans la saison sèche est proportionnel aux cas qui se sont produits dans son installation précédente pendant la saison pluvieuse, même si ce régiment vient d'une autre province. Ces cas sont donc des rechutes.

L'auteur explique les faits ci-dessus en supposant que, durant les mois secs, l'organisme de la malaria est fixé dans le sol; durant la saison pluvieuse, il se ranime; et

il est chassé au dehors, avec l'air contenu dans le sol, par l'action, semblable à celle d'un piston, des eaux souterraines qui s'élèvent rapidement; et finalement il est aspiré par les personnes qui vivent sur le terrain ainsi affecté.

M^{lle} Cicely D. Fawcett et Karl Pearson, F.R.S. : **Contributions mathématiques à la théorie de l'évolution. Sur l'hérédité de l'indice céphalique.** — Les auteurs montrent d'abord que l'emploi de l'indice céphalique constitue une méthode très satisfaisante pour prouver les lois de l'hérédité. Grâce à l'obligeance du D^r Boas, ils ont pu se procurer plus de mille mesures d'indices faites sur des tribus indiennes de l'Amérique du Nord. La race n'était pas toujours pure; dans plusieurs cas, on a pu constater l'existence d'ancêtres anglais, allemands, français, irlandais. En outre, par suite du relâchement des relations de famille, souvent le chef d'une famille n'est pas le père de tous les enfants. Le tableau I montre, en effet, que le coefficient d'hérédité entre père et fils est anormalement faible et que le même coefficient entre père et fille descend au-dessous de l'erreur probable des mesures. Néanmoins, malgré la question du mélange des races et de la paternité obscure, les auteurs se sont servis de ces mesures pour la détermination de l'hérédité en se basant sur les raisons suivantes : 1^o si la loi de Galton sur l'hérédité ancestrale est correcte, l'hérédité n'est pas un caractère de race mais une loi générale des formes vivantes, et les mélanges de race ne l'influenceront pas; 2^o l'obscurité de la paternité n'empêche pas de trouver de bonnes valeurs pour d'autres genres de relations; les résultats obtenus serviraient en tous cas de mesure de la fidélité conjugale d'une race.

Le tableau I montre qu'il a été possible de calculer le coefficient d'hérédité pour de petites séries seulement,

2^o Les divergences qui existent entre les coefficients d'hérédité déduits de l'indice céphalique et ceux calculés d'après la loi de Galton sont plus grandes que les divergences qui existent entre ces derniers et les coefficients pour la stature. Elles n'excèdent cependant pas les erreurs d'observation. Dans le cas des mères et des fils, la différence est un peu supérieure à l'erreur probable; les valeurs observées et théoriques sont identiques dans le cas des mères et des filles; la différence est moindre que l'erreur probable pour les frères entre eux, un peu plus grande pour frères et sœurs, enfin une fois et demi celle-ci pour sœurs entre elles. Les valeurs moyennes des coefficients pour la parenté directe et collatérale sont 0,3366 et 0,4004, la première différant de moins de son erreur probable de la valeur théorique 0,3000 et la dernière sensiblement identique à la valeur théorique 0,4000. La loi de Galton donne donc des valeurs de l'hérédité qui sont comprises entre les limites des erreurs probables d'observation.

3^o Mais, comme dans le cas de la taille, les coefficients de l'indice céphalique ont une tendance à être plus grands que leur valeur calculée, il est donc raisonnable de supposer que la constante héréditaire γ n'est pas, comme le suppose M. Galton, égale à l'unité, mais légèrement supérieure.

4^o Parmi les Indiens de sang mêlé, les femmes sont plus brachycephales et plus variables que l'homme. Ce résultat confirme une conclusion précédente des auteurs.

5^o La jeune génération est plus brachycephale et plus variable que ses parents. Cette différence peut difficilement être due à une modification de la forme du crâne due à un âge avancé, car la majorité des parents sont encore à un âge moyen. Elle est due très probablement à la sélection naturelle, ou encore à un plus ou moins grand mélange de sang blanc dans la jeune génération.

6^o Les parents de fils sont certainement moins varia-

Tableau I. — Hérédité de l'indice céphalique

RELATION	NOMBRE	MOYENNE	DÉVIATION ÉTALON ou erreur du carré moyen	COEFFICIENT DE CORRÉLATION		
				Indice céphalique	Taille	Théorie
Fères.	431	80,55 \pm 0,18	3,064 \pm 0,128	[0,2245 \pm 0,0360]	0,3959 \pm 0,0259	0,3000
Fils.	131	81,53 \pm 0,20	3,432 \pm 0,143			
Pères.	108	80,41 \pm 0,22	3,428 \pm 0,138	[0,0490 \pm 0,0647]	0,3603 \pm 0,0276	0,3000
Filles.	108	81,90 \pm 0,26	3,976 \pm 0,182			
Mères.	104	80,80 \pm 0,20	3,020 \pm 0,141	0,3696 \pm 0,0571	0,3018 \pm 0,0279	0,3000
Fils.	104	81,53 \pm 0,23	3,324 \pm 0,165			
Mères.	82	80,88 \pm 0,28	3,813 \pm 0,202	0,3000 \pm 0,0603	0,2841 \pm 0,0292	0,3000
Filles.	82	81,53 \pm 0,31	4,113 \pm 0,218			
Frères.	139	80,57 \pm 0,19	3,672 \pm 0,136	0,3787 \pm 0,0490	0,3913 \pm 0,0232	0,4000
Frères.	139	81,42 \pm 0,21	3,765 \pm 0,152			
Frères.	143	81,58 \pm 0,20	3,490 \pm 0,139	0,3400 \pm 0,0499	0,3754 \pm 0,0170	0,4000
Sœurs.	143	81,38 \pm 0,20	3,88 \pm 0,143			
Sœurs.	80	82,10 \pm 0,27	3,636 \pm 0,194	0,1889 \pm 0,0574	0,4136 \pm 0,0222	0,4000
Sœurs.	80	81,84 \pm 0,16	4,069 \pm 0,217			

quatre correspondant au premier degré de parenté directe et trois au premier degré de parenté collatérale. Les erreurs probables sont assez fortes. En mettant à part la relation paternelle, les auteurs tirent de l'examen de ce tableau les conclusions suivantes :

1^o Les coefficients d'hérédité, déterminés au moyen de l'indice céphalique, diffèrent, dans tous les cas, de ceux tirés de la taille, de moins de leur erreur probable, donc de moins de l'erreur probable de leur différence. Les coefficients de taille ont été obtenus sur la classe moyennement anglaise. On en conclut que ces résultats confirment la loi de Galton en tant qu'elle montre que l'hérédité n'est pas un caractère de race ou d'organe. L'indice céphalique ne s'hérite pas mieux que la taille.

bles que les parents de filles. Ce fait s'accorde avec cette conclusion déjà obtenue que les pères médiocres ont surtout des fils, mais il est en contradiction avec ce résultat tiré de la stature, — mais basé sur une probabilité beaucoup plus faible, — que les mères médiocres ont surtout des filles.

Les auteurs terminent en disant que leurs conclusions, quoique ayant un certain intérêt, doivent surtout être considérées comme un encouragement à faire des recherches plus importantes sur le sujet.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER



VOYAGES D'ÉTUDES DE LA "REVUE"

CROISIÈRE EN ÉGYPTÉ

DU 1^{er} NOVEMBRE AU 7 DÉCEMBRE 1898

Suivant l'avis du Comité de Patronage de ses voyages, la *Revue* prépare pour le 1^{er} Novembre prochain une croisière en Égypte.

L'Égypte, à beaucoup d'égards et notamment dans l'ordre scientifique, a été la grande initiatrice des peuples auxquels nous devons la meilleure part de notre civilisation. Chez elle, dès la plus haute antiquité, l'Astronomie était en honneur; des arts, comme la teinture sur étoffes, la fabrication des émaux et des bronzes, — embryons d'industries devenues florissantes, — étaient déjà pratiqués avec succès sous les Pharaons; et c'est l'étude de ces procédés industriels, faite sous les Lagides par les philosophes, qui a créé l'une des sources d'où l'Alchimie du Moyen Âge est sortie.

D'autres sciences, telle l'Arithmétique, semblent avoir été cultivées sur les bords du Nil bien avant qu'on s'en occupât à Athènes. La Mécanique même et l'Architecture y acquièrent un haut degré de perfection, attesté aujourd'hui par la pérennité et la magnificence des monuments qu'elles ont permis d'ériger. Sur les rives du fleuve sacré est née l'Hydraulique et, avec elle, toute une branche de l'Agronomie. L'Art, enfin, s'y est développé sous forme d'œuvres à la fois gigantesques et familières, où se révèlent l'infinité patience comme le vil prix du travail esclave, et qui disent aussi le génie d'une race courbée à l'obéissance, sa conception naturaliste de la vie et du monde, son idéal particulier de justice et de savoir.

Ni cet Art, ni cette organisation théocratique de la société qu'a connus la vieille Égypte, ne se sont jamais retrouvés ailleurs. C'est que tous les emprunts que lui firent les autres peuples se sont, chez eux, très rapidement transformés. L'Égypte les a nourris sans les asservir, mais c'est à son flambeau que, dans le bassin méditerranéen, se sont allumées les grandes lumières du monde ancien. Plusieurs siècles après que Mycènes avait cessé de fabriquer ces curieux bijoux où apparait

si clairement la marque du goût égyptien, l'Égypte exerçait encore sur les idées et les mœurs des cités helléniques une influence considérable. Plus d'une fois, les Grecs qui aspiraient à la philosophie ou à la politique, allèrent chercher à Memphis et à Thèbes le secret de la sagesse.

Et, lorsque, après les conquêtes d'Alexandre, le pays fut gouverné par les Ptolémées, il devint le rendez-vous des intellectuels du monde entier. Les esprits indépendants que chassaient de leurs patries la haine des foules et la persécution armée, trouvèrent à Alexandrie un illustre refuge. Ce n'est pas ici le lieu d'énumérer les institutions savantes, à la grandeur et à la fécondité desquelles ils ont si brillamment concouru. Nous avons tous présents à la mémoire les services rendus par la Bibliothèque Philadelphienne, le Sérapéum, et surtout cet admirable Muséum, pourvu d'un observatoire astronomique, d'un laboratoire de Chimie, d'un jardin botanique et zoologique, d'une école d'Anatomie humaine et de Médecine, de salles de cours où se pressaient à la fois des milliers d'étudiants; où professèrent des hommes comme Démétrius de Phalère; où des géomètres comme Euclide et Apollonius de Rhodes fondèrent la théorie des sections coniques; où Hipparque découvrit la précession des équinoxes; où Eratosthènes mesura l'intervalle des tropiques; où Ptolémée écrivit son *Traité de la Mathématique*, appliqua le gnomon à la détermination des latitudes terrestres et reconnut l'évection de la Lune; où Archimède studia l'équilibre des corps flottants, trouva la mesure de la densité, fonda la théorie du levier, et, pour élever les eaux du Nil, imagina la vis sans fin; où des physiiciens comme Ctésibius et Héron inventèrent les horloges à eau et les machines à feu.

Ces grands travaux manifestaient la puissance de la méthode inductive qui aimait alors le Muséum. Due, comme on sait, à Aristote, cette méthode avait été im-

portée en Egypte par Alexandre, élève du Stagyrte. Mais bientôt, au péripatétisme vinrent s'ajouter d'autres doctrines et d'autres influences, celles : du stoïcisme, fondée sur les maximes de Zénon; de l'idéalisme, professée par des Grecs disciples de Platon; de la Kabbale, conservée par des milliers de Juifs établis en Egypte et protégés par les Ptolémées; du christianisme, enfin, dont plusieurs illustres représentants, Athanase, et bien d'autres, avaient été élevés à l'Ecole d'Alexandrie. Il en résulta des doctrines nouvelles, des écoles de science, de philosophie et de mysticisme, dont l'influence s'est propagée jusqu'à nos jours.

Plus tard, après l'invasion arabe, des écoles mahométanes vinrent apporter, puis entretenir en Egypte le levain d'une transformation morale plus profonde. Etabli sur les rives du Nil depuis le milieu du vi^e siècle, l'Islam y a vraiment changé, avec les conditions de la société, l'âme même de l'habitant. Les dynasties diverses, Fatimites, Mameloukes, Turques, etc., qui ont successivement dominé l'Egypte et l'ont convertie de mosquées, de tombeaux, de palais et de forteresses encore debout aujourd'hui, en ont fait comme la terre classique de la civilisation musulmane. En présence de ces monuments de leur ancienne splendeur, le voyageur sent revivre devant lui le monde disparu de ces guerriers, de ces sultans, de ces prophètes qui ont enflammé le pays de leur zèle religieux et légué aux générations actuelles l'ardent fanatisme qui les consume.

Ces souvenirs ne sont pas les seuls qui doivent nous attirer en Egypte : au désir d'étudier, dans ses œuvres mêmes, l'une des plus vieilles civilisations du monde; à l'envie de mieux comprendre, par la vue directe des lieux où elles ont évolué et laissé leurs traces, les sectes philosophiques ou religieuses qui ont jeté sur le sol égyptien un si vif éclat, — doit s'ajouter pour nous un autre souci : nous voulons savoir ce qu'est devenue, depuis l'occupation anglaise, cette Egypte que Bonaparte avait soumise et voulu transformer, que le génie audacieux d'un Français, F. de Lesseps, a dotée d'une voie de communication entre l'Europe, l'Afrique orientale, l'Asie et l'Océanie. L'Egypte actuelle ne nous intéresse pas moins que l'Egypte ancienne, et nous ambitionnons de refaire, — en réduction s'entend, et dans la mesure du possible, — les principales des études que l'Institut du Caire s'était imposées. Ces études portaient :

« 1^o Sur les institutions, les mœurs, la littérature, les sciences, les arts, le système des mesures et l'industrie des anciens Egyptiens ;

« 2^o Sur la géographie ancienne et moderne, l'histoire de l'Egypte, le gouvernement actuel de ce pays, la religion, les mœurs, les usages publics ou particuliers, l'état des arts, de la littérature et des sciences, l'agriculture, l'industrie, les revenus publics, la navigation et le commerce ;

« 3^o Sur la nature et l'état physique du sol, de l'air et des eaux, sur la Zoologie, la Botanique, la Minéralogie et la Géologie de l'Egypte. »

Nous inspirant de ce programme, — au détail duquel nous ne saurions certes nous astreindre, — nous avons, sur l'avis de notre Comité de Patronage, prié l'un de nos plus zélés et distingués égyptologues, qui est aussi l'un des hommes les plus versés dans la connaissance de l'Egypte contemporaine, M. Georges Foucart, docteur ès lettres, de diriger notre croisière. Nous le remercions d'avoir bien voulu accepter de nous donner, sous forme de conférences à bord, puis de brèves causeries à terre, les explications requises pour rendre instructives nos visites aux musées et aux monuments, nos observations sur la nature et la société actuelle en Egypte.

La croisière partira de Marseille le premier novembre. Elle se rendra directement à Port-Saïd. Elle visitera d'abord la région de l'isthme, puis le Caire et les environs, enfin les rives du Nil jusqu'à la première et, facultativement, jusqu'à la deuxième cataracte. Il y aura, au retour, un nouvel arrêt au Caire pour permettre de visiter le Delta; les touristes qui n'auront pas dépassé la première cataracte s'embarqueront à Alexandrie le 2 décembre, pour rentrer le 7 à Marseille. Les touristes qui auront été jusqu'à Ouadi-Halfa rentreront en France environ huit jours plus tard.

Nous nous réjouissons d'annoncer que la traversée de la Méditerranée, à l'aller et au retour, aura lieu à bord d'un des grands paquebots de la Compagnie des Messageries Maritimes, affecté à la croisière.

Pour remonter le Nil, la Revue a loué à la Compagnie Thomas Cook and Son l'un de ses plus beaux bateaux, aménagé pour la circonstance et où seuls prendront passage les touristes de la Revue.

Louis Olivier.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Industrie chimique

Recherches sur la détérioration du papier.

— L'industrie du papier a subi de profondes transformations dans le cours de notre siècle. Pour répondre à la demande chaque jour plus considérable, elle a dû rechercher de nouvelles matières premières. Au coton, au chanvre et au lin, seuls matériaux autrefois employés, sont venus s'ajouter le sparte, la pulpe de bois, les diverses celluloses de bois, etc. Mais, en même temps, on assistait à un autre phénomène. Tandis que certains papiers du moyen âge subsistaient jusqu'à notre époque dans un état de conservation parfaite, d'autres, fabriqués récemment avec les nouvelles matières premières, se détruisaient complètement au bout de quelques années seulement¹. Les fabricants, les imprimeurs, les libraires s'inquiétèrent de cet état de choses. En

Allemagne, le Bureau impérial d'Essai des matériaux, à Berlin, a entrepris depuis 1885, des recherches sur les causes de cette détérioration du papier et les remèdes à y apporter. En Angleterre, la Société d'Encouragement aux Arts, à l'Industrie et au Commerce a nommé à son tour un Comité pour étudier de plus près la question. Ce Comité, composé à la fois de savants et d'hommes du métier, parmi lesquels nous citerons sir John Evans, sir William Anderson, C.-F. Cross, etc., vient de publier un rapport détaillé, qu'il nous a paru intéressant de résumer ici.

Il importe de faire remarquer tout d'abord que la détérioration de certains papiers provient surtout d'une fabrication défectueuse; l'usage trop prolongé des agents de blanchiment en est un exemple connu. Il n'en sera pas question ici. Les seuls papiers sur lesquels l'examen du Comité ait porté sont des papiers fabriqués dans des conditions normales et soumis aux conditions ordinaires d'usage. Les détériorations observées consistent dans la désagrégation et dans l'altération de la couleur. Les deux effets sont indépendants, mais peuvent coexister.

La désagrégation a été constatée dans des papiers de toutes qualités, depuis le papier fait avec des chiffons

¹ Un éditeur de Londres a constaté que des publications de la plus basse qualité au point de vue du papier étaient tout à fait perdues au bout de douze à treize mois; en général, il considère que les livres imprimés aujourd'hui sur du papier inférieur ne seront plus lisibles dans trente ou quarante ans.

jusqu'au papier contenant une forte proportion de pulpe de bois. L'une partie des livres examinés a été soumise aux conditions ordinaires d'emploi; dans ce cas, l'effet observé est indépendant de l'usure; il est dû à une transformation chimique des fibres elles-mêmes. Dans d'autres cas, les dégâts sont attribuables à l'action du gaz qui éclairait les salles dans lesquelles les livres étaient enfermés. En général, tous les papiers sont donc sujets à des transformations chimiques qui aboutissent à la désagrégation. Pour les papiers aux chiffons, ces transformations proviennent de l'existence de corps acides. Ces acides peuvent avoir été présents dans le papier au moment de la fabrication; ils peuvent aussi résulter de réactions postérieures à la fabrication; enfin, ils proviennent quelquefois des produits de la combustion du gaz. Pour les papiers à la pulpe de bois, la désagrégation est due à l'oxydation pure et simple; elle est accompagnée d'une réaction basique ou alcaline du papier.

L'altération de couleur affecte plus ou moins tous les papiers; elle consiste généralement en un brunissement qui va des bords vers l'intérieur, mais elle se fait souvent aussi uniforme. Dans ce dernier cas, il y a altération du papier lui-même; dans le premier, il y a action d'agents extérieurs, tels que l'atmosphère chargée des produits de combustion du gaz d'éclairage. Les acides et oxydants peuvent produire l'altération par action directe sur les fibres du papier, ou bien, lorsque le papier contient de l'amidon, l'altération peut provenir des corps formés par l'action des acides sur cet hydrate de carbone. En résumé, l'altération de couleur des papiers ordinaires à la cellulose est proportionnelle à la quantité de résine qu'ils contiennent, ou, plus généralement, à la résine et aux conditions de fixation de celle-ci dans le collage.

Après l'examen des détériorations, le Comité a été conduit à formuler les règles suivantes, dans le but de les éviter :

1° *Collage*. Lorsque l'imprimeur n'y verra aucune objection, le papier pour livres devra être collé avec une quantité minimum de résine. Une proportion de 2 % de résine (calculée sèche) devra être considérée comme un maximum. La présence d'amidon rencontre des objections, sauf pour les papiers lourds.

2° *Neutralité*. Les papiers doivent être terminés avec un léger excès normal d'alun, qui leur donne la légère réaction acide de l'alun (acide au tournesol, neutre au méthylorange).

3° *Chlorures*. Les papiers doivent contenir un minimum de chlorures.

4° *Couleur*. Il est difficile de donner des indications sur ce point. Il faut rappeler que les papiers très blancs, qui impliquent un degré extrême de blanchiment des fibres, ne sont obtenus, dans la pratique usuelle, qu'aux dépens de la résistance et de l'élasticité, et souvent avec la formation de produits oxydés, susceptibles de se transformer plus tard en corps colorés. Ces désavantages augmentent lorsqu'à la blancheur extrême on veut adjoindre un fort collage. Il faut alors employer, non plus la cellulose de coton, de chanvre ou de lin, pour lesquels les dangers du surblanchiment sont plus grands en proportion que la diminution de résistance chimique, mais le sparte et le bois. En somme, si l'on désire des papiers très blancs, le collage doit être réduit au minimum; dans les impressions ordinaires, il ne faudra pas hésiter à se servir de papier un peu teinté.

5° *Charge*. — L'addition au papier de substances minérales, comme le kaolin de Chine, a pour effet d'augmenter l'opacité et d'améliorer la texture. Jusqu'à un certain point, ces avantages l'emportent sur le désavantage de mélanger les constituants fibreux du papier avec un corps inerte et non cohérent. Au delà, la charge diminue la force du papier et abaisse sa résistance; l'augmentation de la charge demandant une augmentation du collage, ces défauts s'exagèrent encore. Le Comité arrive donc à cette conclusion que

la proportion de 10 % pour le total des matières minérales doit être l'extrême limite.

6° *Texture*. — Celle-ci doit être serrée et compacte. Mais ce résultat est assez coûteux, et on remédie souvent à une mauvaise texture par un fort collage et une forte charge, ce qui constitue un désavantage. Les fabricants devront donc renoncer à cette pratique.

Voici dans quel ordre se rangent les matières premières au point de vue de la conservation du papier qu'elles servent à fabriquer : a) coton, chanvre et lin; b) celluloses de bois (1° procédé au sulfite; 2° procédé à la soude et au sulfate); c) celluloses de sparte et de paille; d) pulpe de bois.

Comme conclusion finale pratique de ses travaux, le Comité a formulé les conditions que doit remplir un papier de livre pour durer le plus longtemps possible. Ce sont les suivantes :

Fibres. — Au moins 70 % de fibres de la classe a).

Collage. — Pas plus de 2 % de résine, et une acidité égale à celle de l'alun pur.

Charge. — Pas plus de 10 % de condres.

Pour le papier ordinaire à écrire, les matériaux employés doivent être exclusivement de la classe a) et le collage doit être fait à la gélatine.

§ 2. — Congrès

Le congrès de la Société helvétique des Sciences naturelles, à Berne. — Depuis quelques années, un certain nombre de congrès se tiennent à l'époque des vacances. Les uns ont un caractère essentiellement national et général par rapport aux matières qui en sont l'objet, tel le congrès annuel de l'Association française pour l'Avancement des Sciences; d'autres se présentent, au contraire, sous un aspect tout différent : la réunion est internationale et les sujets traités se groupent tous autour d'une idée commune. Le congrès de Chimie appliquée, qui vient d'avoir lieu à Vienne, rentre dans cette dernière catégorie.

La Suisse possède depuis longtemps une société savante qui, tous les ans, se réunit tout comme l'Association française, dans une ville de la Confédération, et invite ses membres à lui communiquer leurs travaux. J'ai pensé qu'il était intéressant d'entretenir de la Société helvétique des Sciences naturelles les lecteurs de la *Revue générale des Sciences*, car le développement scientifique hors de France est utile à connaître, surtout quand il nous permet de nous rendre compte de l'activité de nos voisins.

Très hospitalière, la Société helvétique accueille avec la plus grande cordialité les savants étrangers; elle envoie un certain nombre d'invitations et accorde aux congressistes, pendant toute la durée de leur séjour, les mêmes avantages qu'à ses membres réguliers. Désireux de faire connaissance avec des idées autres que celles de mes compatriotes, j'ai saisi avec empressement l'invitation qui m'était portée d'aller faire une communication sur mes travaux, et je dirai tout de suite que j'ai passé quelques journées charmantes, grâce à l'amabilité de mes hôtes.

Le lundi matin 31 juillet s'est tenue une séance générale dans laquelle plusieurs orateurs ont pris la parole. Le professeur Studer, de Berne, président de la Société helvétique, a traité de l'influence de l'étude de la Paléontologie sur les progrès des connaissances zoologiques; d'autres communications ont suivi celle-là : les recherches de Schubein et les ferments d'oxydation par le professeur Schär, de Strasbourg, les études zoologiques expérimentales, par le professeur Standfuss, de Zurich, la digestion chez les Poissons, par le professeur Yung de Genève, et le microphonographie par le Dr Dussaud. Toutes ces questions, fort intéressantes en elles-mêmes et très brillamment traitées, nous ont tenu sous le charme toute la matinée.

A une heure, un grand banquet dans la salle du Museum nous réunissait tous. Des toasts ont été portés en allemand ou en français par les professeurs Studer,

Luidt, Kaiser, Brückner, Richter, Forel et M. Joliat de Bienne, conseiller cantonal.

A un repas aussi animé, succéda une charmante surprise. On nous avait ménagé une lête champêtre au Glasbrunnen; on désigne sous ce nom une source qui se trouve dans une clairière d'un petit bois, aux environs de Berne. D'ingénieux adaptateurs, appartenant à l'Université de la ville, avaient imaginé une fantaisie intitulée: l'Eau. C'est autour de la source que va se dérouler la représentation à laquelle nous sommes conviés. On a profité de la pente naturelle pour installer des gradins et former une salle de théâtre en plein air, avec un décor naturel. Une série de tableaux assez amusants viennent se dérouler devant nous, et les deux derniers vers du livret que l'on nous a remis nous permettent de le résumer facilement: l'eau était autrefois une divinité, maintenant c'est H₂O.

Cette récréation n'était pas la seule que nous dussions avoir; nous changeons de spectacle et nous allons souper à Enge et assister à l'illumination des collines avoisinant Berne.

Toute la journée suivante est consacrée aux travaux des douze sections: Mathématiques et Physique; Chimie; Botanique; Zoologie; Anthropologie; Géologie, Minéralogie et Pétrographie; Géographie physique; Anatomie et Physiologie; Médecine; Pharmacie; Médecine vétérinaire; Etudes forestières.

Je n'ai pas le dessein de rendre compte de toutes les communications, ni même de les énumérer (il y en a eu 120); je ferai seulement part de mes observations. C'est un spectacle, en effet, fort singulier pour un Français d'entendre exposer les recherches de chacun, soit en français, soit en allemand, suivant l'idiome national du conférencier. La langue allemande domine; mais il y a peu de Suisses (dans les cantons qui ont conservé l'idiome germanique) qui ne soient pas capables de s'exprimer en français; de même, les savants des cantons parlant le français savent exprimer leurs idées en allemand. Les discussions en deux langues que soulèvent certaines opinions émises, sont très intéressantes à ce point de vue des langues, et je ne puis m'empêcher de constater notre infériorité manifeste. Combien de Français, même parmi les hommes de science, sont capables de discuter dans une langue étrangère!

Si la langue allemande domine, je dirai que les idées scientifiques de la Suisse se ressentent de cette influence. Notre persistance, en France, à rester chez nous en gardant nos idées, sans nous intéresser à celles des autres, nous empêche absolument d'agir au delà de nos frontières. Il nous arrive alors que, dans un pays bien disposé pour nous, même dans les cantons longeant la France, on adopte les seules conceptions d'outre-Rhin sans se préoccuper des nôtres, puisque nous n'avons avec eux que peu de relations. Nos publications scientifiques sont en nombre restreint et relativement peu lues; le gros public s'en désintéresse en France et les industriels considèrent trop souvent les travaux scientifiques comme absolument inutiles au développement de la puissance du pays. Aussi, qu'arrive-t-il? C'est que les Allemands, avec leurs nombreux périodiques documentés et leurs sociétés scientifiques puissantes, absorbent lentement l'esprit des pays limitrophes et nous prennent chaque jour un peu de notre influence scientifique, que nous ne savons je ne dis pas seulement agrandir, mais même garder intacte. Dans la section de Chimie, qui traitait de questions m'intéressant plus particulièrement que les autres, j'ai noté que, dans les discussions, toutes les théories de la Chimie moderne et de la Chimie physique tenaient une très grande place alors que, chez nous,

elles ne sont encore que timidement exposées. Les questions de structure jouent un assez grand rôle, et beaucoup de travaux roulent sur des sujets de ce genre. Cela se comprend, si l'on veut bien réfléchir au discredit actuel de la Chimie minérale en Allemagne, presque abandonnée pour la Chimie organique¹.

L'excellent accueil que j'ai reçu de M. von Kostanecki, professeur à Berne et de MM. Noelling, professeur à Mulhouse, et Billeter, professeur à Neuchâtel et présidents de la section, m'a fait voir que les Français qui voudront venir apporter leurs idées et faire connaître leurs travaux seront toujours les bienvenus. Je suis obligé de reconnaître que j'étais le seul Français venu à Berne alors que l'Allemagne et l'Autriche, par exemple, étaient représentées par une vingtaine de personnes. Il y avait pourtant de tout à apprendre, même en dehors de la science. J'ai eu le plaisir de retrouver une ancienne élève du professeur Friedel, de la Faculté des Sciences de Paris, M^{lle} Ida Wilt, actuellement privat-docent à Genève. On voit par là que le féminisme est plus avancé en Suisse que chez nous et il faut croire que, jusqu'ici, l'on s'en trouve bien, puisque l'on est dans l'intention d'aider à son développement. Je n'ai pas l'intention d'en faire l'apostolat, aussi je m'arrête sur ce sujet.

Pour nous reposer des fatigues de la journée, nous avons eu le soir «Kommers» au Schänzli. Là, les professeurs, au milieu de chants d'étudiants, ont aidé à l'exhibition de la lanterne magique. Nous avons vu défiler devant nous toute une série de caricatures de certains savants en même temps que leurs théories les plus chères étaient tournées en charges avec un certain respect, ce qui paraît ici tout naturel.

Berne n'a pas de vie industrielle propre, aussi nous n'avons aucune visite d'usines à faire. Nous en avons été dédommagés autrement. Une charmante excursion avait été organisée pour Grindelwald, au milieu des montagnes les plus belles et les plus connues de l'Oberland. Cette promenade si jolie est maintenant singulièrement facilitée par les chemins de fer de montagne que l'on a construits dans cette région.

Mon séjour à Berne m'a permis de visiter l'Université et d'admirer son organisation. S'inspirant des Allemands, au lieu de grouper au centre de la ville dans un même édifice les services les plus divers de manière à leur fermer toute possibilité d'extension, on a disposé hors de la ville, dans des emplacements distincts, avec du terrain en surplus, des bâtiments isolés où chacun est maître et ne court pas le risque d'entraver les travaux de ses voisins. Il y a suffisamment d'espace libre autour des bâtiments des services de Chimie pour que les émanations ne gênent personne. Quand on songe à ce qu'a pu dépenser, non pas un petit pays, mais un seul canton, et aux sacrifices qu'il a su s'imposer pour tout ce qui concerne l'enseignement, on ne peut s'empêcher de penser que l'avenir récompensera certainement ses efforts.

A. Granger,

*Docteur ès Sciences,
Professeur à l'Ecole d'application
de la Manufacture de Secres.*

¹ Nous laissons à notre collaborateur la responsabilité de ce jugement. Je partageais sans complètement l'opinion, selon nous, trop absolue, qu'il exprime ici. Sans doute, les « questions de structure » sont plus souvent agitées en Allemagne qu'en France, mais, si nous ne nous trompons, c'est sans critique suffisante et sans le soin qu'on a, en France, de distinguer entre l'hypothèse agréable et la vérité démontrée. — De même, nous ne saurions considérer comme un progrès de négliger la Chimie minérale. LOUIS OLIVIER.

L'HÉTÉROPLASTIE DANS LA THÉRAPEUTIQUE OCULAIRE

Par le terme d'hétéroplastie, nous entendons la restauration de l'organe d'un sujet au moyen d'une greffe prise à un animal d'une autre espèce¹.

Nous envisagerons donc seulement ici, en traitant de l'hétéroplastie en Oculistique, l'implantation, dans l'œil, de substances étrangères, organiques ou inorganiques, et les greffes de tissus appartenant à un organisme étranger, c'est-à-dire les greffes d'animaux.

La chirurgie réparatrice oculaire peut porter, soit *sur la cornée*, qui est la partie extérieure de l'appareil optique de l'œil, soit *sur la conjonctive*, qui recouvre le bulbe oculaire, soit encore *sur la peau des paupières*; elle peut s'adresser enfin *au globe oculaire dans sa totalité*. Nous envisagerons la question de l'hétéroplastie oculaire successivement à ces différents points de vue, d'autant que, chronologiquement, c'est la transplantation cornéenne qui, en même temps qu'elle est de beaucoup la plus importante, fut de beaucoup la première en date, alors que celle du globe de l'œil entier est de date assez récente.

I. — HÉTÉROPLASTIE CORNÉENNE.

« C'est à coup sûr une triste chose, dit M. de Wecker, dans son traité d'Ophtalmologie, que de voir un malade dont la rétine conserve toute son intégrité devenir victime d'une cécité absolue par le seul fait de l'opacité cornéenne. »

Le nombre des aveugles pourvus d'une puissance visuelle parfaite, mais rendue inutile par des lésions cicatricielles du segment antérieur de l'œil, est, en effet, très considérable; toutes les victimes des ophtalmies en font partie. Il n'est donc pas étonnant qu'on ait souvent cherché un remède à cet état de choses, et que les opérateurs se soient appliqués à ouvrir à la lumière une voie jusqu'à la rétine qui se trouve en état de fonctionner. Les divers essais tentés dans cette direction ont été suivis de résultats inconstants, médiocres pour la plupart, et, en fait, les sujets atteints d'opacité complète de la cornée sont généralement abandonnés à eux-mêmes.

Convient-il de ne rien tenter, en pareil cas, et faut-il se montrer aussi découragé vis-à-vis des

leucomes totaux et même des staphylomes de la cornée? C'est la question que nous avons voulu examiner ici.

Le premier qui ait donné un corps aux préoccupations qui hantent tous les ophtalmologistes en face des dégâts des ophtalmies paraît être l'oculiste français Pellier de Quengsy qui, en 1789, proposa à la Faculté de Montpellier de substituer à la cornée leucomateuse une cornée de verre munie de trous à la périphérie pour la fixer par des fils à la coque scléroticale. Il n'est pas besoin de dire que cette proposition ne trouva nul écho.

En 1818 surgit une autre idée, mais plus sérieuse et surtout qui fut plus féconde. Reisinger ayant, sur un lapin, excisé puis recousu la cornée avec succès, proposa d'étendre cette expérience à l'homme; la Kératoplastie était née.

Himly, Autenrieth le père, Gärtner, Riecke, Müller, Ammon et surtout Dieffenbach (1831), au commencement de ce siècle, essayèrent successivement, par divers procédés, de greffer la cornée des animaux à l'homme; les insuccès furent nombreux et décourageants. Le seul qui se dit heureux fut Thomé (de Bonn) qui publie, en 1837, huit observations satisfaisantes; Bigger, à la même époque (Dublin, 1837), vantait la cornée du porc comme étant préférable à celle du lapin ou du chien pour être transplantée à l'homme. Ces résultats favorables ramenèrent un peu de confiance dans l'opération de la greffe cornéenne et on commença à améliorer le manuel opératoire. Strauch (de Saint-Petersbourg, 1840) construisit un couteau à double lame pour exciser le lambeau cornéen, et nous verrons que le procédé définitif de Wolfe semble s'inspirer de celui-ci. Walther, pour éviter les pertes du corps vitré et l'atrophie du globe, imagina de disséquer le leucome en ménageant les couches profondes de la membrane; puis il appliquait sur celles-ci la cornée à transplanter. Cette manière de faire fut étudiée, comparée, puis adoptée par Mühlbauer, qui consacre à cette question un très important mémoire publié à Munich en 1840; cette pratique constitue le point de départ de la méthode de von Hippel, de même que l'opération de Strauch a pu servir à Wolfe pour l'établissement de son procédé.

La question en était là et les insuccès étaient toujours à ce point nombreux qu'en 1833 le professeur Pauli proposait un prix de cent louis d'or au médecin qui lui apporterait un résultat favorable et définitif de greffe cornéenne, quand le D^r Nussbaum (de Munich), revenant à l'idée d'une cornée artificielle suivant la première conception

¹ C'est la définition que donne Littré dans son *Dictionnaire*, et c'est celle qu'adopta Verneuil dans son *Traité de Chirurgie réparatrice*, après des considérants très démonstratifs.

Cette manière de comprendre le mot hétéroplastie exclut toute greffe d'un tissu même éloigné de l'organe à restaurer, peau ou muqueuse, mais provenant du sujet lui-même; cette dernière sorte de greffe appartient à l'autoplastie. Cette distinction n'est pas inutile, car la confusion de ces deux termes est fréquente.

de Pellier de Quengsy, conseille, sans le tenter ou sans le réussir, d'appliquer une lentille de verre au lieu et place de la cornée leucomateuse.

C'est à Heuzer (de Zurich) qu'est due la première observation de ce genre. Il avait entrepris d'opérer une jeune fille aveugle par le fait d'une opacité complète des deux cornées; il pratiqua une ouverture dans l'une d'elles et interposa, dans les lèvres de celle-ci, une lentille de cristal. L'opération eut lieu en septembre 1859 et, en mars 1860, la malade distinguait les objets (Zurich, 1860).

Pendant une douzaine d'années, divers opérateurs s'employèrent encore sur ce sujet, mais en dirigeant leurs efforts du côté de la greffe cornéenne animale. Desmarres fit quelques essais peu encourageants; Power, de Londres, réussit à conserver la transparence de la greffe, mais pendant six semaines seulement. Entre les mains des autres, les tentatives furent plus infructueuses encore.

Alors, en 1873, Wolfe fit faire un grand pas à la question en montrant que si les greffes, d'après les opérations précédentes et notamment celles de Power, n'avaient pas réussi, le fait tenait à ce que la cornée d'un animal perdait sa vitalité si on ne transplantait pas en même temps un lambeau de la conjonctive adjacente. Il conseille de transporter des cornées de chien munies d'un lambeau conjonctival et fournit à l'appui de son opération quelques résultats assez satisfaisants¹.

Quelques années plus tard, en 1879, nous trouvons un important travail, à la fois clinique et expérimental, de von Hippel² sur la matière. Cet auteur, qui a toujours avec succès poursuivi ses études sur cette question, essaya d'abord de l'application d'une cornée artificielle suivant l'idée initiale de Nussbaum. Il introduisait dans une ouverture circulaire, pratiquée dans la cornée leucomateuse, un cercle d'or creusé d'une rainure et, dans ce cercle comme monture, il enchâssait une lame de verre. Le cercle d'or restait fixé comme tient un bouton de chemise et le verre pouvait être enlevé, nettoyé, remis en place. Malheureusement, malgré la tolérance bien connue de ces yeux ainsi atteints, le corps vitré fluissait toujours par se troubler, puis par s'épaissir complètement.

Hippel, renonçant à la cornée artificielle, essaya alors la transplantation de la cornée de chien, mais, au lieu de procéder comme les précédents opérateurs, il se servit d'un trépan, à la fois pour ouvrir la cornée leucomateuse et pour enlever la rondelle destinée à être greffée; ce procédé supprimait la nécessité des sutures.

Dans le même moment (1877), Scheler publiait les compte rendus de sa clinique de Berlin où se

trouve l'observation d'un homme sur lequel il avait pratiqué, avec un succès durable, la transplantation d'une cornée de chien entière, munie d'un lambeau conjonctival. Onze expériences sur des animaux démontraient la possibilité et la facilité de cette greffe, mais avec cette restriction que la cornée transplantée, même bien prise, s'opacifie assez fréquemment.

Depuis cette époque, deux courants se sont produits parmi les opérateurs qui ont cherché à perfectionner la greffe cornéenne.

Les uns, avec von Hippel, se servent du trépan et enlèvent un segment de cornée; les autres, suivant la pratique de Wolfe, détachent toute l'épaisseur de la cornée de l'animal, en conservant un lambeau conjonctival adjacent; les deux méthodes sont arrivées à peu près à leur entier perfectionnement entre les mains de ces deux auteurs, qui ont publié de multiples travaux sur le sujet de leur prédilection.

Von Hippel s'est inspiré, pour ses déductions opératoires, des travaux bien connus de Leber touchant l'action des lésions de l'endothélium de la cornée sur la transparence de cette membrane. On sait que cet auteur a démontré que l'intégrité de la membrane de Descemet était nécessaire à la conservation de la transparence des lames cornéennes sus-jacentes; un élève du professeur Leber, Wagenmann, a récemment vérifié³ sur des lapins ce fait, que les kératoplasties ne réussissaient que si l'endothélium de la cornée était demeuré intact. Von Hippel, partant donc de ces données, posa en principe que toute transplantation cornéenne ne pouvait réussir qu'à la condition que la membrane de Descemet fût ménagée; cette considération limite, d'après lui, les greffes cornéennes aux opacités simples de la cornée, et exclut des cas curables les leucomes adhérents dans lesquels l'iris est soudé à la cornée et même incorporé dans son épaisseur. Toutefois, il n'y a de complètement inaccessible à l'opération que les leucomes entièrement adhérents ou proéminents dans lesquels le tissu cicatriciel présente un amincissement notable.

L'opération de von Hippel s'exécute avec un petit trépan spécial, contenant un mouvement d'horlogerie qui actionne la couronne et lui imprime un grand nombre de tours réguliers et très rapides. Un bouton met en mouvement le mécanisme et l'arrête instantanément. Il convient de reconnaître toutefois que l'idée du trépan se trouve dans un travail d'Abbate, médecin au Caire, lu en 1862 au Congrès international d'Ophtalmologie tenu à Paris. Cet auteur, à l'aide d'un instrument qu'il appelait

¹ *Annales d'Oculistique*, t. LXIX, p. 121, 1873.

² *Archives de de Graefe*, t. XXXIII, II.

³ *Graefe's Archiv*, t. XXXIV, I.

un *kératotome cycloïde*, trépanait en réalité la cornée tout entière et il la remplaçait par une cornée de verre, sertie de gutta-percha et maintenue adhérente au pourtour sclérotical au moyen de la caséine. Von Hippel, d'ailleurs, a si heureusement modifié le dispositif instrumental de l'opération, qu'il l'a réellement faite sienne.

Le premier acte opératoire consiste à entailler circulairement la pièce cornéenne à enlever sans dépasser la membrane de Descemet; le diamètre de la couronne est de 4 millimètres environ. Le second temps de l'opération, le plus délicat, comprend l'ablation du lambeau incisé par le trépan. On se sert pour cela d'une pince à iris un peu forte et d'un couteau de de Græfe. L'abrasion du lambeau, pour traverser la membrane de Descemet, s'accompagne toujours d'un peu de sang. Il est inutile de chercher à enlever tout le tissu de la cornée dans la profondeur du petit puits créé par la couronne du trépan; au fond de la perte de substance il reste toujours quelque peu de tissu opaque, et si on cherchait à le séparer, on risquerait de perforer la cornée. Ces opacités, ainsi que le fait remarquer von Hippel, s'éclaircissent et se résorbent spontanément; c'est l'ancienne pratique de Walter rajeunie et perfectionnée.

Dans un troisième temps, on enlève, avec la même couronne de trépan, une rondelle de la cornée d'un lapin, y compris la membrane de Descemet destinée à maintenir la transparence de la membrane. Le difficile est de former ce lambeau en l'empêchant de se recroqueviller; on y arrivera en fixant très solidement l'œil du lapin en expérience.

Dans un quatrième temps, le lambeau emprunté au lapin est placé dans la perte de substance de la cornée leucomateuse; pour que la coaptation soit parfaite, il est commode d'appliquer le lambeau à la surface de la cornée, puis de le conduire en place par glissement.

Les résultats de la transplantation cornéenne par cette méthode sont encourageants et il est surprenant qu'elle ne soit pas plus répandue. Il me souvient d'avoir vu, en 1886, von Hippel présenter à la Société de Heidelberg une femme qui offrait 1/10^e d'acuité visuelle, alors qu'avant l'opération elle ne pouvait compter les doigts. Le résultat était ancien et pouvait être tenu pour définitif.

La méthode de Wolfe consiste à enlever toute l'épaisseur de tout ou partie de la cornée jusqu'au corps vitré et d'y fixer par des sutures la cornée d'un animal. C'est celle qui a été expérimentée le plus souvent et par le plus grand nombre d'opérateurs, en raison de ce qu'elle ne nécessite pas un outillage spécial. Wolfe, d'après sa propre expérience et aussi d'après les observations des auteurs qui s'étaient livrés à des tentatives analogues, Dürr,

Rosmini (1877), reconnu très vite que la transplantation ne réussit que si la greffe cornéenne est de peu d'étendue. Dürr cite un cas de transplantation totale suivie de succès, mais, au bout de deux ans, la cornée se troubla; généralement, l'opacification de la cornée transplantée est plus rapide encore. La greffe d'une cornée entière donne une réunion primitive satisfaisante, mais il en résulte, d'après les études de Wolfe¹, une désorganisation constante des milieux transparents de l'œil. Adamück, Gradenigo ont, par des observations analogues, fortifié ces conclusions.

Après avoir posé le principe de la restauration partielle, l'auteur anglais, dans son mémoire de 1879, décrit son opération. Il use, lui aussi, d'un outillage particulier, d'un couteau à deux lames (inspiré peut-être par celui de Strauch) et destiné à enlever, sur l'œil leucomateux aussi bien que sur l'œil du lapin ou du chien en expérience, deux lambeaux transversaux de cornée, absolument identiques. Le lambeau cornéen destiné à être greffé est pris avec, à ses deux extrémités, un lambeau trapézoïde de conjonctive qui sera fixé par des sutures à une perte de substance de figure semblable, ménagée sur l'œil leucomateux.

Au lieu de portions de cornée d'un chien ou d'un lapin, d'autres auteurs, Adamück, Gradenigo, ont proposé de prendre la cornée, entière alors, du poulet avec sa conjonctive adjacente. Ces deux auteurs rapportent des observations favorables à cette manière de procéder.

Cole, dans un mémoire récent², recommande, pour réussir les transplantations totales de la cornée d'un animal, de disséquer quatre lambeaux triangulaires de conjonctive, correspondant aux quatre points cardinaux de la cornée et entourant toute la circonférence par leur base. Ces quatre lambeaux kérato-conjonctivaux sont fixés sur quatre surfaces avivées correspondantes de l'œil en opération.

Toutefois, il semble que, lorsqu'on peut choisir, la transplantation au trépan suivant le mode de Hippel soit préférable en même temps que plus simple. Rosmini, après avoir employé avec des succès encourageants la méthode de Wolfe, en vint à lui préférer celle de von Hippel. La méthode de Wolfe pourrait être réservée lorsqu'il y a déformation staphylomateuse de la cornée ou que celle-ci est trop amincie pour permettre la trépanation.

Mentionnons en terminant un travail de Fick, paru en 1895 dans la *Corresp. Blatt. für Schweizer Aertzte*. Cet auteur, après avoir pratiqué l'examen histologique des greffes à plusieurs de leurs périodes, conclut que, pour faciliter la prise du tissu nouveau, il conviendrait d'employer des cornées

¹ *American Journ. of Ophthalmology*, 1895.

² *Medic. Times and Gaz.*, 1879.

plus faciles sous le rapport des échanges nutritifs et se rapprochant le plus possible du type embryonnaire, c'est-à-dire des cornées d'embryons ou de fœtus d'animaux. On emploierait alors des cornées d'embryons de grands animaux, tels que le mouton, le cheval. Il faut rapprocher de cette conclusion l'idée qu'a émise le D^r Chibret, cette année, au Congrès français d'Ophthalmologie, que, pour réussir les greffes, il faudrait s'adresser aux animaux hibernants. C'est d'ailleurs ici une simple hypothèse et rien n'est venu encore la justifier.

La discussion des méthodes chirurgicales si intéressantes de von Hippel et de Wolfe nous a entraînés un peu loin de la cornée artificielle qui a cependant marqué le début de toutes ces tentatives. Nous nous y trouvons ramenés par l'idée que Dimmer a mise en avant à la Société de Heidelberg, en 1889, de greffer dans la perte de substance faite par le trépan de Hippel, non un fragment de cornée animale, mais une rondelle équivalente de celluloid. Dimmer avait réussi cette greffe sur un animal, mais il ne paraît pas que pareille tentative eût été faite chez l'homme. Malgré la tolérance très grande des tissus mal nourris des cornées leucomateuses pour les corps étrangers, il est peu probable que l'application du verre, du celluloid ou de toute autre matière donne des résultats réels et pratiques.

II. — HÉTÉROPLASTIE CONJONCTIVALE.

L'hétéroplastie conjonctivale joue un rôle beaucoup moins intéressant que la transplantation de la cornée, car elle n'agit qu'indirectement et même secondairement sur le mécanisme de la vision; elle est d'application rare et de date assez récente. C'est en 1873 que Wolfe publia les premiers cas de transplantation de la muqueuse conjonctivale du lapin à l'homme; il avait réussi la première de ces opérations en 1872. Depuis lors, un certain nombre d'auteurs : O. Becker (1874), Reymond, Schmidt-Rimpler, Parker, Bistis, Dufour, ont publié des résultats encourageants de cette pratique chirurgicale.

Trois indications particulières existent pour la greffe conjonctivale animale :

1^o Le symblépharon partiel, cas le plus commun. C'est pour remédier à cette difformité que Wolfe a imaginé sa méthode. C'est en même temps le cas le plus favorable à la transplantation muqueuse, puisque la conjonctive du patient est apte à servir de point d'attache au lambeau transplanté;

2^o L'effacement des culs-de-sac conjonctivaux, qui s'observe dans certains cas de prothèse oculaire où l'œil artificiel est mal porté; dans ce cas, la transplantation conjonctivale est d'une réussite plus difficile, mais elle constituera souvent le complément nécessaire de l'opération qui aura pour but la réfection d'un cul-de-sac conjonctival;

3^o Enfin, dans la xérophthalmie consécutive à certaines affections graves de la conjonctive, diphtérie, granulations, on observe souvent un raccourcissement progressif des culs-de-sac conjonctivaux (symblépharon postérieur) contre lequel la transplantation muqueuse constituera la seule mesure susceptible d'efficacité.

Wolfe, pour l'exécution de son opération, conseille, après la libération des brides cicatricielles du symblépharon, de choisir, pour être transplantée, la muqueuse conjonctivale du lapin qui limite l'angle interne de l'œil, recouvre la membrane clignotante et s'étend sur la cornée; cette portion de muqueuse jouit, en effet, d'une plus grande vascularité et d'une souplesse qui la rendent à la fois plus facile à transplanter et plus plastique. Il est nécessaire que le lambeau transplanté soit taillé plus grand que la surface à recouvrir à cause de la rétraction qui s'opère aussitôt la résection muqueuse terminée. La conjonctive du lapin est transportée avec soin pour éviter l'enroulement, appliquée sur la surface cruentée et fixée en place par des sutures.

Wolfe emploie à cet effet des sutures de soie fine qu'il retire le sixième ou le huitième jour; on peut se servir du catgut qu'on laissera se résorber. Parker (1885) s'est servi, dans le même ordre d'idées, de tendons stérilisés d'écureuil.

On peut, surtout lorsqu'il s'agit de la réfection d'un cul-de-sac dans le cas de prothèse vicieuse, maintenir le lambeau en place et en même temps mouler le cul-de-sac au moyen d'une coque de verre introduite sous les paupières. On sait que les tentatives faites pour s'opposer à la formation du symblépharon, par l'introduction des coques de verre dans les culs-de-sac conjonctivaux préalablement débridés et libérés, restent sans effet; lorsque la transplantation muqueuse est faite, cette pratique est au contraire assez efficace pour donner au cul-de-sac nouvellement creusé une bonne forme.

Dans les jours qui suivent la transplantation, la muqueuse animale, transportée dans le cul-de-sac humain, pâlit notablement; au bout de quelques jours, le lambeau prend peu à peu une couleur rosée et accuse une vascularisation qui témoigne du succès de l'opération. Dans les cas moins heureux, il se fait une nécrose partielle ou totale du lambeau transplanté, lequel devient blanchâtre, s'avonneux et se désagrège dans le fond du cul-de-sac.

L'insuccès d'ailleurs est loin d'être fréquent, et quand l'opération est conduite avec minutie et selon les règles rigoureuses de l'antisepsie, elle réussit le plus souvent. La plupart des auteurs qui ont pratiqué cette opération ont publié leurs observations après un temps assez long pour que le résultat pût être considéré comme définitif.

La conjonctive du lapin est communément em-

ployée, parce que l'animal est sous la main de tous les opérateurs, et que sa muqueuse conjonctivale est abondante et facile à travailler. Nous devons signaler toutefois que Cuignet (1885) s'est servi, avec un égal succès, non de la conjonctive, mais de la muqueuse buccale du même animal, du lapin; il est probable qu'il a été guidé dans cette conception opératoire par les résultats favorables de transplantations de la muqueuse buccale du sujet lui-même à sa conjonctive.

III. — HÉTÉROPLASTIE PALPÉBRALE.

Les excellents résultats de l'antoplastie pour la réparation des paupières, soit que le lambeau de peau soit pris au voisinage (méthode française et indienne) ou à distance (méthode italienne, greffe cutanée, greffe de Thiersch), devaient écarter les chirurgiens de l'idée de chercher chez les animaux des tissus susceptibles de les aider à la restauration palpébrale. Cependant une tentative a été faite dans cette direction et je n'en ai pas trouvé dans la science d'autre exemple.

Gillet de Grandmont¹, ayant eu à traiter une petite fille atteinte d'ectropion cicatriciel et voulant employer la greffe comme méthode blépharoplastique, eut l'idée, au lieu de prendre comme d'habitude un lambeau de peau au bras ou à la cuisse du sujet, de choisir la peau de grenouille comme matière de greffe. Il découpa dans la peau du ventre de la grenouille, qui est à la fois fine et mobile, de petits lambeaux de 3 à 4 millimètres carrés, dont il recouvrit, en damier, la surface palpébrale cruentée. La guérison s'opéra d'une façon heureuse; quelques petits fragments seulement s'éliminèrent et Gillet de Grandmont présenta sa malade à la Société d'Ophthalmologie un an après son opération.

J'ai vu à cette séance la petite opérée de Gillet de Grandmont et, comme c'est souvent le cas pour les greffes cutanées, il n'existait plus de traces visibles de la greffe elle-même. Un tissu souple, vernissé, s'était substitué à la portion dermique transplantée.

La question reste toujours pendante de savoir si de tels résultats relèvent réellement de l'application de la greffe ou simplement de la suture des paupières qui maintient la surface cruentée dans la situation d'écartement, et laisse cette plaie en surface se cicatriser à plat.

Les partisans de la greffe dermique croient que le lambeau transplanté devient l'origine d'un tissu cutané de nouvelle formation qui se substitue à la greffe et à sa faveur; la greffe empêcherait ce tissu nouveau de devenir cicatriciel et rétractile. Pour ma part, après avoir, un certain nombre de fois seulement, suturé les paupières après libéra-

tion de l'ectropion, et observé le travail de la simple cicatrisation à plat de la surface cruentée, je suis peu convaincu de l'efficacité des greffes cutanées. J'ai vu cette plaie cruentée se couvrir de bourgeons charnus, puis se transformer en tissu lisse, absolument comme dans la plupart de greffes cutanées, l'absence de rétraction étant obtenue par la suture des paupières. La greffe cutanée, dans bon nombre de cas, ne fait que recouvrir et voiler un travail de simple cicatrisation qui s'opérerait de la même façon à l'air libre.

Toutefois, si on veut, au moyen de greffes dermiques, tenter des appels à la cicatrisation, on pourra, au lieu de prendre au sujet un peu de sa peau, ce qui est toujours désagréable, se souvenir de la curieuse tentative de Gillet de Grandmont.

IV. — HÉTÉROPLASTIE OCULAIRE.

Ce terme d'hétéroplastie oculaire a de quoi surprendre tout d'abord. Pourrait-on donc songer à remplacer un œil par un globe oculaire d'animal dans le but de restituer la fonction visuelle perdue? La solution de ce problème physiologique n'a pas paru impossible à un ophthalmologiste dont les idées sont empreintes d'une grande et suggestive originalité, le D^r Chibret (de Clermont-Ferrand).

En 1885, Chibret fit la première tentative de greffe oculaire chez une jeune fille atteinte de staphylome total¹. Il lui énucléa l'œil dans les règles, et substitua à cet organe l'œil frais énucléé d'un lapin. Vers le dixième jour de l'opération, la cornée avait récupéré sa sensibilité, et le succès paraissait devoir s'affirmer quand l'œil se perfora et se vida; plus tard même, le moignon donna lieu à des phénomènes douloureux qui firent craindre des accidents sympathiques.

À la suite de la publication de cette observation, M. Terrier et M. Rohmer firent deux nouvelles tentatives avec l'œil du lapin et du chien; or deux opérations, exécutées de la même façon que celle de M. Chibret, amenèrent les mêmes suites, car les yeux transplantés se vidèrent et s'atrophierent. L'œil du chien, greffé par M. Rohmer, donna même lieu, comme dans le cas de M. Chibret, à des phénomènes sympathiques véritables qui nécessitèrent l'énucléation du moignon transplanté.

L'opérateur qui fut le plus heureux dans son essai de greffe oculaire fut Bradford (de Boston), qui transplanta un œil de lapin à l'homme en faisant subir au manuel opératoire d'importantes modifications². Bradford se préoccupa d'aboucher directement le nerf optique de l'œil transplanté à celui du sujet opéré; pour cela faire, il passa d'abord une anse de fil dans le nerf coupé du patient,

¹ Bulletin de la Soc. d'Ophth. de Paris, 1880.

² Revue gén. d'Ophth., 1885.

³ Boston med. et surg. Journ., 1885.

et ensuite dans le nerf optique de l'œil transplanté maintenu assez long. Un nœud coulant permit de serrer la suture et d'affronter les bouts des deux nerfs optiques. De plus, Bradfort eut soin de suturer les quatre muscles droits du patient au tissu épiscéral de l'œil transplanté, de façon à augmenter les chances de fixation du nouveau globe. Le résultat immédiat fut excellent et l'observation, arrêtée au dix-huitième jour, montre que la cornée est restée transparente et que l'on aperçoit l'iris. Deux mois et demi après, une correspondance du D^r Bradfort à M. Terrier disait : « Le globe est de volume et de tension normaux ; à la partie externe de la cornée existe une cicatrice due à un ulcère occupant le sixième de sa surface environ. La conjonctive est normale, l'iris un peu trouble, passablement dilaté et se contractant par l'influence de la lumière. Le corps vitré offre quelques opacités, le nerf est peu distinct. Les mouvements du globe s'exécutent très bien dans toutes les directions. »

C'est là un résultat qui nous semble fort intéressant ; il ne peut qu'encourager à tenter cette opération, qui offre au patient des risques peu importants et faciles à écarter. Ce qui fait que cependant elle est peu répandue, c'est que les insuccès ont été jusqu'ici la règle et le succès l'exception. Après Bradfort, Pierd'houy (1886) a essayé sans résultat une greffe exécutée avec suture du nerf optique au catgut ; Ducé éprouva un échec complet, mais il n'avait pas pu exécuter la suture optique ; Denti eut la persévérance de tenter sept fois l'opération sans qu'un seul succès fût venu couronner ses efforts ; enfin, May¹, encouragé par les bons résultats obtenus par des expériences chez les animaux, essaya une transplantation oculaire du lapin à l'homme et échoua complètement. Terrier eut le même insuccès dans une seconde opération où il exécuta la greffe, suivant à peu près le procédé de Bradfort, mais en négligeant la suture des bouts optiques.

Baraban et Rohmer² essayèrent de se rendre compte, par des expériences, des causes de l'insuccès de ces greffes oculaires. Ils eurent l'idée d'implanter des yeux de cobayes dans le péritoine de ces mêmes animaux et de surveiller l'évolution anatomique des tissus de ces yeux implantés, estimant que le lieu de la greffe ne devait pas avoir d'influence sur le sort de la greffe elle-même.

D'une façon générale, Baraban et Rohmer ont trouvé que les yeux greffés ainsi dans leur totalité, malgré une réunion anatomique satisfaisante avec les tissus voisins, subissaient une atrophie progressive de toutes leurs parties. Les cônes et les bâtonnets de la rétine sont les premiers atteints et, après dix-huit heures, ils n'existent déjà plus qu'à l'état

de débris hyalins ; en même temps, le cristallin commence à se dissocier dans des couches périphériques et, plus tard, il subit la transformation calcaire habituelle dans les yeux atrophiques ; le corps vitré se résorbe également très vite, et, si les enveloppes connectives de l'œil transplanté semblent conserver leur intégrité, il n'en est pas de même de l'épithélium cornéen, qui s'altère tout d'abord pour reprendre ensuite sa vitalité. En somme, ces auteurs condamnent toute tentative de greffe oculaire et considèrent qu'un globe transplanté est voué à une atrophie certaine de tous ses éléments principaux : rétine, corps vitré, cristallin, cornée.

Cependant, il convient de tenir compte du résultat obtenu par Bradfort et d'une observation de Rampoldi et Faravelli¹, d'après laquelle un œil complètement luxé dans un accident, le nerf optique étant rompu, est remplacé dans l'orbite avec un succès complet.

À côté de cette transplantation oculaire, qui se propose le résultat peut-être inaccessible du rétablissement de la fonction, il est d'autres opérations, qui tendent seulement à remplir l'orbite laissée vide après l'enucléation. L'hétéroplastie oculaire trouve ici son indication dans ce fait que, par elle, est rendu plus facile le port de l'œil artificiel.

Il n'est pas d'opérateur qui n'ait éprouvé de graves mécomptes d'esthétique après les ennucléations les plus correctement faites, si la graisse orbitaire vient à faire défaut. L'œil artificiel est enfoncé dans l'orbite et peu mobile ; la paupière supérieure forme un pli profond et très visible. Ces conséquences fâcheuses de l'enucléation, qui n'incombent nullement au mode opératoire, proviennent uniquement de ce que le tissu graisseux de l'orbite se trouve chez certains sujets si peu abondant qu'il ne peut suppléer à l'absence du globe oculaire.

Et si l'on songe, d'autre part, à l'importance d'un bon résultat esthétique après l'enucléation pour les femmes, les employés, les domestiques, etc., qui ne peuvent trouver de place lorsque leur difformité est trop choquante, on comprendra que la préoccupation du chirurgien en cette matière dépasse la simple question de l'esthétique mondaine.

C'est pour s'assurer la bonne prothèse, fournie par les moignons oculaires qui résultent de l'amputation du segment antérieur du globe, que Mules (de Manchester) eut, en 1884, l'idée de pratiquer l'évidement de l'œil (eviscération) après ablation du segment antérieur, puis de substituer au contenu oculaire enlevé un globe de verre ou d'argent d'un volume calculé de façon à ce que les lèvres de la sclérotique puissent être réunies par une suture².

Cette opération fut accueillie avec grande faveur en

¹ *Med. Record*, 1886.

² *Archives d'Ophth.*, 1887.

¹ *Annali di Ophthalmol.*, 16^e année.

² *Opt. Soc. of U. Kingdom*, 1885.

Angleterre et en Amérique, et Brudenell Carter, Adam Frost, Quinsdale (de Londres), Krall et Cross (de Bristol), Bickerton (de Liverpool), Swanzy (de Dublin), Webster Fox (de Philadelphie), Buller (de Montréal) et Rieve (de Toronto) en sont les chauds défenseurs ; Bickerton surtout défendit l'opération de Mules dans un rapport très complet à la *British medical Association*. Sur le continent et en France, en particulier, elle semble n'avoir pas trouvé de partisans si l'on en excepte Verrey (de Lausanne) qui a pratiqué cinq fois cette opération avec des résultats encourageants¹. L'opération se fait de la manière suivante : 1^o dissection circulaire de la conjonctive jusque vers l'équateur de l'œil ; 2^o transfixion de la cornée avec le couteau de Beer et ablation des deux moitiés de cette membrane ; 3^o évitement complet de tout le contenu de l'œil ; 4^o irrigation de la cavité avec une solution antiseptique ; 5^o insertion d'un globe de verre ou d'argent au moyen de l'introducteur de Krall ; 6^o double étage de sutures au catgut, d'abord de la sclérotique, puis de la conjonctive.

A l'heure actuelle, le D^r Verrey a pu réunir une statistique de 343 cas dont nous reproduisons les résultats : 269 succès complets, 7 succès incomplets, c'est-à-dire comportant l'entrebâillement de la coque scléroticale, mais le maintien en place du globe de verre ou d'argent, enfin 67 échecs. Cette opération donne un moignon excellent pour la prothèse, mais des objections valables lui ont été faites en raison de la longueur de la guérison et des phénomènes irritatifs qui l'accompagnent. « La douleur, dit Verrey², est assez vive pendant vingt-quatre heures, quelquefois davantage, et le chémosis conjonctival et l'œdème des paupières considérables. L'œdème gagne parfois le front et la tempe et le chémosis est si considérable que la conjonctive fait protrusion entre les paupières tuméfiées. L'aspect est presque celui d'une panophtalmie. » Schmidt, dans un travail publié dans le *Klin. Monatsbl. für Augenheilk.*, ajoute qu'il faut une grande volonté de la part du médecin et du malade pour traverser la période difficile des phénomènes réactionnels ; les compresses glacées, les sangsues à la tempe, les injections de morphine ne doivent pas être niégées.

Mais si l'inclusion d'une sphère solide dans la coque oculaire évide de à quoi effrayer les opérateurs, en raison des accidents sympathiques qui peuvent se produire par le fait de l'irritation des nerfs ciliaires emprisonnés dans la sclérotique, il n'en sera probablement pas de même de l'opération qui consiste, non pas à évider l'œil, mais à l'enlever par la méthode ordinaire, puis à introduire à sa

place, au sein des parties molles et éruentées de l'orbite, un globe de matière étrangère susceptible d'organisation ou de soudure intime avec les tissus.

En 1887, Lang propose la première opération de ce genre à la Société Ophtalmologique du Royaume-Uni. Il introduisait, à la place de l'œil énucléé, dans la capsule de Tenon, un globe creux en verre, en celluloid ou en argent, et il suturait la capsule par dessus. Il a employé ce procédé seize fois avec succès et il revendique en faveur de cette méthode tous les avantages de l'opération de Mules dont il prétend éviter les inconvénients. Un pas important en avant a été accompli par Belt (de Washington), qui a imaginé d'implanter, à la place de l'œil énucléé, une sphère d'éponge dûment stérilisée, et d'un volume équivalent aux trois quarts de celui du globe oculaire. Cet auteur, pour cette intéressante application à l'Ophtalmologie¹, a été guidé par les expériences très curieuses de Hamilton (d'Edimbourg)².

Le travail de Hamilton, trop peu connu, renferme l'examen anatomic de plusieurs cas de greffes d'éponges au sein des différents tissus vivants. Hamilton, dans le principe, s'était proposé d'étudier l'organisation du caillot sanguin dans les lames d'éponge appliquées à plat sur les ulcères de jambe ; il observa que ces éponges se garnissaient de bourgeons charnus et que cette garniture hétérogène finissait par s'incorporer au tissu vivant.

Il eut alors l'idée de loger une éponge, préalablement aseptisée, naturellement, à la place d'un sein qu'on avait enlevé pour cancer. L'éponge s'organisa au milieu des tissus de la mamelle et la cicatrisation des téguments s'opéra par-dessus. Hamilton pratiqua des prélèvements de cette greffe d'un nouveau genre et nota que la néoformation vasculaire de l'éponge avait commencé le dixième jour ; cinq mois après, l'incorporation était complète.

Ensuite Hamilton reprit les expériences déjà exécutées par Stricker (de Vienne), et qui consistaient à surveiller l'organisation d'éponges aseptiques, introduites dans la cavité péritonéale d'animaux. Hamilton nota que le développement des vaisseaux et des bourgeons charnus pénétrants commençait vers le dixième jour. Ces vaisseaux forment des anses, et de ces anses partent des anses secondaires qui se répandent dans les ramifications des vacuoles de l'éponge. L'auteur conclut que la porosité de l'éponge favorise merveilleusement l'organisation des caillots sanguins et le développement des ramifications vasculaires de néoformation. La charpente de l'éponge sert de support et de guide à la fois à celles-ci, et le point de départ de ce bourgeonnement conjonctif et vasculaire se trouve naturellement dans le tissu connectif du voisi-

¹ Soc. française d'Ophth., 1898.

² Suisse romande, 1897.

¹ Medical News, 27 juin 1896.

² Edinburg Med. Journal, nov. 1881.

nage. Hamilton croit que le charbon de bois, en raison de sa porosité, pourrait jouer un rôle analogue et rendre des services particuliers dans le cas où il importerait de créer une greffe incompressible et capable de résister à une rétraction cicatricielle.

Les opérations de Belt en 1896 ont donc confirmé pleinement, en ce qui concerne la greffe d'éponges, les expériences de Hamilton. Je les ai reprises moi-même récemment chez des animaux et avec l'aide de mon assistant M. Duclos. J'ai cherché à greffer, non seulement de l'éponge, mais encore du charbon, selon l'idée émise par Hamilton, et enfin du tissu osseux suivant une observation de notre ami Lagrange à la Société française d'Ophthalmologie (mai 1898). Nous avons expérimenté chez des lapins et, après énucléation, nous introduisons, au sein du tissu orbitaire cruenté, une sphère de charbon, d'éponge ou un fragment osseux provenant de la tête du fémur d'un jeune chien. Ces corps étrangers étaient soigneusement stérilisés et, après la réunion de la conjonctive, nous pratiquons la suture des paupières de façon à assurer la protection du champ opératoire. Les animaux ont été sacrifiés vingt jours après la greffe.

Le résultat de nos expériences a été le suivant :

1^o La greffe de charbon a été suivie d'un insuccès complet; le charbon n'a contracté aucune attache avec les tissus;

2^o La greffe d'une tête de fémur de jeune chien, entière et fraîche, sans autre préparation qu'une asepsie rigoureuse, n'a pas donné non plus de résultat. Aucune adhérence ne s'est produite avec les tissus voisins;

3^o Nous avons d'autre part fait bouillir pendant dix heures la tête de l'autre fémur du même chien. La tête osseuse fut séparée par l'ébullition en deux noyaux, dont l'un, le noyau terminal, était encroûté de cartilage. Ces deux noyaux, insérés dans l'orbite de deux lapins, après énucléation, ont donné des résultats différents. L'un, constitué seulement par du tissu spongieux, fut éliminé, tandis que l'autre contractait en un point des attaches connectives avec le tissu de l'orbite. Sur trois essais de greffe osseuse, nous devons donc compter un seul succès et partiel, car l'adhésion du tissu osseux aux parties voisines restait fort limitée après vingt jours;

4^o Enfin nous avons essayé deux greffes d'éponges. L'une d'elles n'avait contracté aucune union avec les tissus de l'orbite, et l'éponge, sans qu'il y eût eu de suppuration, s'était ramollie et désagrégée. L'autre greffe avait, par contre, parfaitement et complètement réussi, et l'éponge semblait incorporée au tissu orbitaire, de telle façon que les deux parties, la greffe et le tissu vivant, se confondirent en une masse homogène et vascularisée.

C'est donc l'éponge qui, d'après nos expériences,

paraît la plus apte à s'incorporer aux tissus vivants, ce qui se comprend d'autant mieux que le tissu de l'éponge est, on le sait, de nature conjonctive. Et malgré le succès que semble avoir obtenu Lagrange chez un de ses malades avec la greffe d'une tête de fémur de jeune chien, l'os frais ou bouilli nous paraît, moins que l'éponge, susceptible de se laisser pénétrer par le tissu vasculaire et conjonctif des parties où il se trouve greffé.

Au point de vue des applications à la clinique, après Belt, c'est Bourgeois (de Reims), qui fit une tentative intéressante de greffe intra-orbitaire. Bourgeois, considérant l'éponge comme difficile à aseptiser, donna la préférence à une pelote de soie, obtenue en enroulant du cordonnet de soie autour d'une boulette de brins de catgut. Les résultats ont été bons.

Après lui, Trousseau fut aussi séduit par ce procédé opératoire, mais revint à la sphère d'éponge d'après la pratique de Belt. Il se servit d'éponges taillées du volume environ du globe oculaire et stérilisées avec grand soin. Les résultats auraient été satisfaisants, si Trousseau n'avait employé la suture en bourse, qui eût moins hermétiquement la plaie qu'une suture à points séparés.

J'ai, pour ma part, après ces derniers opérateurs, réussi complètement dans deux cas la greffe d'éponge intra-orbitaire. L'opération, chez mes deux malades, a été conduite de la façon suivante :

L'énucléation une fois faite, je prenais la sphère d'éponge avec une pince flambée et je l'introduisais par l'orifice conjonctival dans le fond de l'orbite, ce qui s'exécutait très facilement. Ensuite, je fermais la plaie conjonctivale au moyen de quatre points de suture séparés, exécutés avec un gros fil de soie et plantés assez loin dans la conjonctive, de façon à intéresser le support fibreux sous-muqueux, l'extrémité antérieure de la capsule de Tenon et des ailerons fibreux des muscles droits. Ainsi exécutée, la suture conjonctivale a très bien pris, sans signe de faiblesse en aucun de ses points.

Chez les deux malades, le succès a été rapide et complet, sans réaction ni douleur, ce qui rend cette opération de la greffe orbitaire infiniment préférable à l'opération de Mules. Et le résultat prothétique est aussi satisfaisant que possible. Dans les deux cas, le fond de l'orbite est occupé par un moignon volumineux, mobile, offrant les dimensions d'un œil qui a subi l'amputation du segment antérieur. L'hétéroplastie oculaire par greffe d'éponges mérite donc d'entrer dans la pratique par la façon intime dont s'incorpore le tissu conjonctif de l'éponge au tissu conjonctif de l'orbite.

D^r E. Valude,

Médecin de la Clinique Nationale ophthalmologique
des Quinze-Vingts.

LA SEXUALITÉ CHEZ LES CHAMPIGNONS

L'étude des phénomènes de sexualité, poursuivie avec tant de succès chez les Animaux et chez les Plantes supérieures, ne pouvait manquer, avec les données nouvelles qui définissent et qui précisent les phases intimes de la fécondation, d'être appliquée aux Cryptogames qui faisaient presque entièrement exception à la règle générale, c'est-à-dire aux Champignons.

Peu à peu, les Ascomycètes, les Urédinées, les Ustilaginées, les Basidiomycètes rentrent dans la loi commune. S'il n'est pas encore possible de retracer complètement l'histoire de la fécondation dans tous ces groupes, on peut cependant faire connaître l'évolution complète de quelques types.

I

Les appareils qui semblent réaliser la fécondation chez les Ascomycètes sont connus depuis Tulasne. Après les travaux publiés par Woronine, Brefeld et Jauczewski, de Bary, résumant avec ses recherches celles de ses devanciers, émet l'idée que, dans cet ordre important, la formation du fruit pouvait être provoquée par le simple contact des cellules sexuelles.

Les deux parties de l'appareil reproducteur avaient même reçu de lui, l'organe femelle le nom de *Carpogone* et l'organe mâle le nom de *Pollinode*, pour bien exprimer que, comme chez les Floridées, la fusion réelle des masses protoplasmiques n'a pas lieu.

M. Harper¹ a cherché à établir récemment que, chez un certain nombre d'Ascomycètes étudiées par lui, la fusion des noyaux et des masses protoplasmiques, que de Bary n'a pas réussi à voir, a lieu réellement, que le carpogone est bien réellement un oogone, que le pollinode est une anthéridie.

M. Harper a étudié le *Spherotheca Castagnei*, l'*Erysiphe communis* et l'*Ascohalus furfurascens*. Avant de discuter ses résultats et de faire connaître la polémique qu'ils ont soulevée, exposons les faits d'après les recherches de l'auteur.

L'oogone constitue la cellule terminale d'un rameau mycélien dont le noyau *o* fonctionne comme noyau femelle (fig. 1); contre cette cellule s'applique un rameau dont la cellule terminale renferme un noyau *an* qui se divise en deux : l'un de ces noyaux demeure dans la cellule de support, l'autre constitue le noyau mâle, et la cellule qui le contient est

l'anthéridie. Bientôt, la paroi située entre l'oogone et l'anthéridie se perce et le noyau mâle vient se fusionner avec le noyau femelle. La fécondation est accomplie et le périthèce commence à se développer.

Il débute d'abord par la formation d'un manteau formé par les filaments développés sur les cellules de support de l'oogone : ces filaments forment d'abord deux assises, puis, par leurs ramifications, ils constituent bientôt une masse de faux parenchyme qui entoure l'œuf.

C'est l'œuf qui va fournir les askes, et la cellule qui le contient sera désignée désormais sous le nom d'*ascogone*. La déformation qu'elle subit pendant le développement ne permet pas de suivre avec netteté, au moyen des coupes pratiquées dans le jeune périthèce, toutes les phases de l'évolution.

Chez le *Spherotheca*, l'ascogone s'allonge et

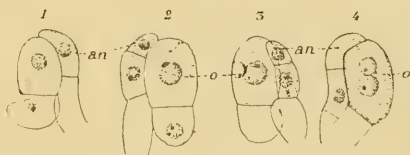


Fig. 1. — Fécondation chez les Ascomycètes, d'après Harper. *an*, anthéridie; *o*, oogone.

l'œuf se divise un certain nombre de fois, puis les cloisons apparaissent tardivement de manière à former une série de cellules. La cellule terminale renferme un à trois noyaux, puis, plus tard, quand le développement est achevé, l'avant-dernière cellule renferme toujours deux noyaux; les autres cellules de l'ascogone y compris la cellule terminale n'en contiennent qu'un.

C'est cette avant-dernière cellule qui formera l'asque : elle grossit démesurément, toutes les autres cellules sont rejetées des deux côtés, les deux noyaux demeurent encore longtemps séparés et augmentent aussi de volume.

Enfin ils se fusionnent l'un avec l'autre, les nucléoles restant encore séparés un certain temps après la fusion des noyaux.

Le périthèce renferme donc à ce moment une cellule volumineuse, l'asque, dont le noyau résulte de la fusion de deux noyaux issus par division du noyau de l'œuf. Après un certain temps, le noyau de l'asque se divise à son tour, par trois partitions successives, pour donner les huit noyaux des spores.

L'*Erysiphe communis* est intéressant à signaler,

¹ HARPER (Rob. A.) : Ueber das Verhalten der Kerne bei der Fruchtentwicklung einiger Ascomyceten, *Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik*, Bd XXIX, 1895.

parce qu'il renferme plusieurs asques. Le développement de l'ogone et de l'antheridie, la formation de l'œuf sont semblables à ce qui vient d'être dit pour le *Spherotheca*. L'œuf se divise d'abord en deux, puis en quatre noyaux, et il s'allonge et se recourbe en un boyau contenant une série de cinq à huit noyaux; c'est plus tard qu'apparaissent les cloisons; et l'avant-dernière cellule de la rangée contient toujours deux ou un plus grand nombre de noyaux.

C'est de toute la surface de cette cellule que bourgeonnent des hyphes ascogènes. Bientôt elles forment par leur ramification un peloton serré, dans lequel il est difficile de reconnaître avec certitude si elles naissent toutes de la même cellule de l'ascogone et si les cellules voisines de l'avant-dernière ne contribuent pas aussi à la formation des asques.

L'ascogone est entouré, comme dans le *Spherotheca*, d'une gaine de trois assises de filaments mycéliens développés sur la cellule de support; comme le périthèce croît plus vite que l'ascogone et les hyphes ascogènes, il se produit entre ceux-ci et la gaine un espace libre, bientôt rempli par de nombreux rameaux qui naissent des cellules internes de la gaine périthéciale et s'accroissent en direction centripète en s'insinuant entre les jeunes asques. Tandis que les cellules de la gaine perdent leur protoplasme, épaississent et brunissent leurs cloisons, les filaments centripètes conservent leur contenu et paraissent servir à nourrir les asques en voie d'évolution.

Chez l'*Ascotholus furfurascens*, M. Harper n'a pas pu suivre, dans tous ses détails, les premières phases du développement. Il a vu l'ascogone au moment où il forme, au sein du faux parenchyme qui deviendra le périthèce, un cordon fortement recourbé de cellules assez grosses dont les cloisons ne sont pas entièrement développées, car elles laissent au centre un orifice qui établit une communication entre les divers compartiments. Toutes les cellules de l'ascogone sont semblables et il n'est pas possible encore de distinguer, comme dans le *Spherotheca* ou l'*Erysiphe*, une cellule ascogène spéciale.

L'ascogone ainsi constitué grossit et se recourbe en forme d'arc dont la convexité est tournée en haut; il est alors constitué par une série de cellules larges en forme de tonneau, et, en même temps, chacun des noyaux ayant subi de rapides partitions est remplacé par une grande quantité de petits noyaux. Cet état a déjà été signalé par M. de Janczewski, abstraction faite des perforations.

A ce moment, une des cellules de l'ascogone, environ la quatrième vers le haut, est plus grande que les autres, et l'on voit sortir de toute sa surface de nombreux hyphes ascogènes.

L'accroissement du périthèce se traduit bientôt,

comme dans l'*Erysiphe* par la formation d'une série de rameaux nés du tissu qui entoure l'ascogone et qui se développent en direction centripète. Ces rameaux, très étroits, se partagent par deux ou trois cloisons et constituent l'ébauche des paraphyses. Ils se forment surtout à la moitié inférieure du périthèce, s'insinuent entre les hyphes ascogènes et, dépassant ceux-ci, viennent former, à la partie supérieure, une sorte de coin qui déchire le périthèce encore fermé et déterminera la formation de la cupule caractéristique des Discomycètes.

Les hyphes ascogènes se distinguent des paraphyses par leurs noyaux deux ou trois fois plus gros. Peu avant la maturation complète, l'ascogone disparaît et on n'en trouve plus trace dans le périthèce mûr.

La conclusion des recherches de M. Harper consiste d'abord dans la confirmation des idées de de Bary sur la sexualité des Ascomycètes, l'auteur ayant affirmé que le noyau de l'ascogone se fusionne avec le noyau de l'antheridie qui a pénétré dans l'ascogone.

II

Mais une objection se présente aussitôt. Si les faits énoncés par M. Harper sont exacts, quelle est la signification de la copulation des noyaux dans la ou les cellules ascogènes observées par le même auteur et déjà établie par d'autres observateurs, M. Dangeard particulièrement?

Cette objection a d'autant plus de valeur que, parmi les botanistes qui ont étudié le développement des périthèces des Périsporiacées, M. Harper est le seul qui ait signalé la copulation que de Bary a vainement cherché à voir.

M. Dangeard vient contester les énoncés faits par M. Harper¹. Reprenant l'étude du *Spherotheca*, il n'a pas réussi à voir la communication que M. Harper signale entre l'antheridie et l'ascogone.

D'après ses observations, au moment où, dans la branche anthérienne (pollinode de de Bary), le noyau se divise pour former l'antheridie proprement dite, le noyau supérieur, celui qui est destiné à l'antheridie, montre fréquemment des phénomènes de dégénérescence, tandis que le noyau inférieur de la cellule de support de l'antheridie conserve la structure normale (fig. 2).

Ce fait explique pourquoi, à côté d'antheridies ayant encore une masse protoplasmique et un noyau nucléolé, on en voit d'autres dans lesquels le noyau est indistinct, désagrégé ou absent; c'est à ce stade que correspondrait la copulation admise par M. Harper.

¹ P.-A. DANGEARD : Second mémoire sur la reproduction sexuelle des Ascomycètes, *Le Botaniste*, 1897, 3^e série, p. 245.

La dégénérescence des éléments cellulaires de « l'antheridie » peut avoir lieu avant ou pendant la formation des rameaux recouvrants qui sont destinés à former le périthèce; dans ce dernier cas, l'ascogone peut déjà se montrer avec deux noyaux, et si la dégénérescence coïncide avec ce moment, la disparition du noyau dans l'antheridie pourra faire croire à une fécondation, l'un des noyaux de l'ascogone étant le noyau mâle.

Or, M. Dangeard a pu constater, à ce stade de l'ascogone à deux noyaux, que le noyau existait encore dans l'antheridie chez un certain nombre d'exemplaires.

M. Dangeard se refuse donc à voir, dans les singuliers appareils qui depuis si longtemps ont attiré l'attention des botanistes, des organes sexuels.

Ses nouvelles observations le conduisent à confirmer celles qu'il avait déjà publiées, c'est-à-dire à admettre que l'ascogone est un organe des-

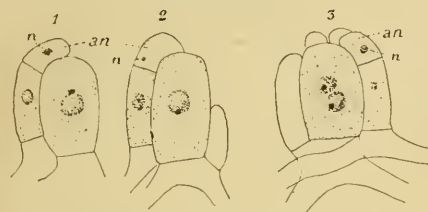


Fig. 2. — Dégénérescence du noyau dans la pseudo-antheridie an, d'après Dangeard. — En 1 et 2, le noyau est réduit; en 3, le noyau persiste, bien que la cellule centrale renferme déjà deux noyaux.

tiné à former une cellule à deux noyaux d'origine différente et dont la fusion, qui constitue la véritable fécondation, forme le noyau de l'œuf; la cellule qui contient ce noyau, c'est-à-dire l'asque, est un œuf.

Quant à la signification des appareils que M. Harper considère comme sexuels, elle nous échappe encore. Faut-il les considérer comme les derniers vestiges d'une organisation sexuelle devenue inutile? Nous ne saurions l'affirmer avec certitude, bien que la dégénérescence du contenu cellulaire de la pseudo-antheridie. l'absence même de cet organe dans des fruits à développement régulier, fortifient cette hypothèse.

Quant à la fécondation résultant de la fusion de deux noyaux qui demeurent côte à côte, ce n'est pas un phénomène isolé, car on sait que, dans les Conjugacées, deux cellules voisines du même filament peuvent entrer en conjugaison.

III

En outre, les remarquables recherches de M. Sappin-Trouffy sur les Urédinées qui complètent, par

un grand nombre d'observations nouvelles et très délicates, l'histoire du développement de ces parasites, ont fait connaître un mode de fécondation analogue à celui que M. Dangeard signale chez les Ascomycètes¹.

MM. Schmitz et Rosen avaient déjà constaté la présence des noyaux dans l'appareil végétatif et les spores des Urédinées et, notamment, signalé ce fait particulier de l'existence de deux noyaux dans les Urédospores et les Téléospores.

M. Sappin-Trouffy a constaté d'abord que dans la sporidie, et jusqu'à la formation de l'écidium, la formation des cellules a lieu par la division indirecte normale du noyau; chacune des cellules filles s'isole par une membrane et contient un seul noyau à deux chromosomes. A partir du moment où les écides se forment, il apparaît un nouveau mode de division, la division indirecte simultanée, c'est-à-dire que les deux noyaux filles qui se forment à un certain moment ne se séparent pas par une cloison: ils se placent côte à côte et se divisent simultanément, de manière que, dans la plante, chaque article a désormais deux noyaux ayant chacun deux chromosomes.

La présence de ces deux chromosomes dans chacun des noyaux s'oppose à ce qu'on les considère comme des demi-noyaux.

La formation des appareils de fructification présente des phénomènes intéressants. Dans les spermogonies (fig. 3, I), les filaments mycéliens, qui tapissent en direction radiale la cavité, renferment chacun un noyau et développent, à leur extrémité, une papille qui grandit et se trouve séparée du reste du filament par un étranglement; le noyau se déplace alors vers le sommet de la papille, se divise en deux noyaux, dont l'un s'engage à travers l'étranglement au moment où les deux chromosomes qui le forment sont encore distincts; le étranglement vient d'être franchi s'oblitére, et la spermatie n'est plus rattachée à sa cellule d'origine que par un pédicule mince bientôt rompu.

Dans l'écidium (fig. 3, II), chacun des filaments sporifères renferme deux noyaux accolés, qui, au moment de la formation des spores, se placent côte à côte au sommet de chaque filament et se divisent simultanément: les deux noyaux filles supérieurs s'isolent par une cloison transversale, les deux inférieurs repassent provisoirement à l'état de repos.

La cellule qui vient de s'individualiser ne forme pas la spore (fig. 3, II, 1); elle subit une nouvelle partition simultanée et se divise en deux cellules inégales: l'une, grande, supérieure e, est l'écidiospore; l'autre, petite, inférieure i, correspond à la

¹ SAPPIN-TRUFFY: *Recherches histologiques sur la famille des Uredinées* (Thèse de doctorat), Poitiers, 1896.

cellule intercalaire déjà signalée. Le même phénomène se renouvelant, il se constitue ainsi une file d'écidiospores séparées par autant de cellules intercalaires.

Les sores à urédospores (fig. 3, IV) présentent, au point de vue de la formation des spores, les mêmes phénomènes de division simultanée; la seule différence consiste en ce que les filaments sporifères forment les cellules mères d'urédospores par bourgeonnement; quand le bourgeon formé est assez développé, il se sépare à la base par une cloison du filament générateur, puis la cellule mère ainsi isolée subit une nouvelle et dernière partition, qui donne naissance au pédicelle *p* et à l'urédospore *u* renfermant chacun un couple de noyaux; dans le pédicelle, ils restent petits et disparaissent souvent, tandis que les noyaux de l'urédospore grossissent.

Le développement des téléutospores est semblable en tous points dès le début à celui des urédospores; mais, comme ces spores d'hiver sont uni ou pluricellulaires et, dans ce dernier cas, comme les cellules sont distribuées de manière différente, les cloisonnements sont plus ou moins nombreux et orientés diversement.

Le fait le plus saillant des recherches de M. Sappin-Trouffy consiste dans la fusion des couples de noyaux, que contiennent chacune des cellules de la téléutospore vers la fin de la végétation, un peu avant la maturité de cette dernière (fig. 4, I).

Les deux noyaux copulateurs se portent au contact l'un de l'autre; les membranes nucléaires disparaissent, les deux nucléoles se fusionnent en un seul, et les chromosomes, au nombre de

quatre, s'unissent en un mince filament nucléaire.

Cette fusion est considérée par M. Sappin-Trouffy comme une véritable fécondation par isogamie.

Il cherche à étayer cette hypothèse par l'examen de la germination des téléutospores. Celles-ci, en effet, présentent des phénomènes différents de ceux qu'on observe chez les écidiospores et les urédospores.

Tandis que ces dernières germent en donnant un tube germinatif simple ou ramifié (fig. 3, III), les téléutospores germent en donnant pour chaque cellule un promycélium qui porte 4 sporidies (fig. 4, II).

A cet effet, de chacune des cellules, qui constitue un œuf, s'échappe un tube dans lequel le noyau sexuel à 4 chromosomes subit une première partition, donnant naissance à deux noyaux renfermant seulement 2 chromosomes chacun; puis aussitôt, sans passer par l'état de repos, ils subissent chacun une deuxième partition et donnent naissance à 4

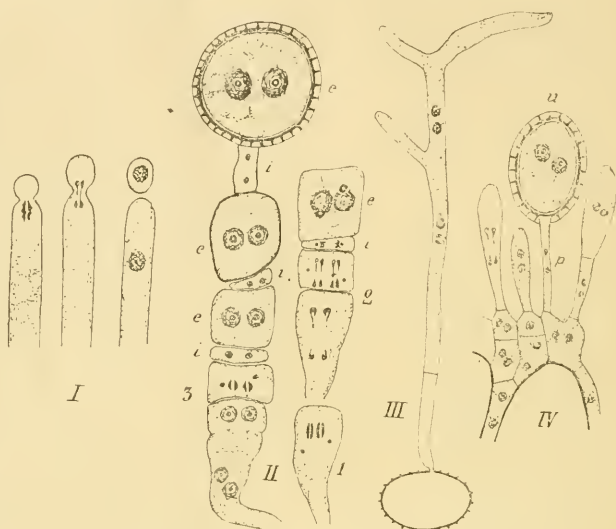


Fig. 3. — Développement des Urédinées, d'après M. Sappin-Trouffy.

- I. Formation des spermaties dans l'*Uromyces Erythronii*.
- II. Formation des Ecidiospores de l'*Uromyces Erythronii*: 1, Cellule en voie de division destinée à former les spores; 2, Etat plus avancé, avec formation d'écidiospores et de cellules intercalaires; 3, Une file d'écidiospores avec des cellules intercalaires.
- III. Ecidiospore de *Puccinia rubigovera* en germination.
- IV. Urédospores de *Puccinia graminis* à divers états de développements.

noyaux à 2 chromosomes qui sont moitié plus petits que dans les noyaux de la première partition.

Le noyau de l'œuf subit donc une réduction de moitié de la substance chromatique, et les 4 noyaux qui sont destinés à évoluer dans chacune des 4 sporidies sont, d'après M. Sappin-Trouffy, des demi-noyaux ou des noyaux de structure normale.

Ces phénomènes sont semblables à ceux qu'on observe chez les animaux ou chez les végétaux supérieurs, avec cette différence que les phénomènes de réduction chromatique précèdent la fécondation au lieu de lui succéder.

En somme, le processus de la fécondation se présenterait, chez les Urédinées comme chez les

Ascomycètes, avec des caractères différents de ceux que nous connaissons chez les autres plantes.

Deux noyaux pourraient vivre côte à côte pendant un certain temps, assez court chez les Ascomycètes, très long chez les Urédinées, et se fusionneraient pour donner le noyau sexuel. MM. Dangéard et Sappin-Trouffy attribuent à ces noyaux une origine différente; mais nous devons avouer que nous n'avons encore pu comprendre comment et pourquoi ils sont d'origine différente.

IV

A propos des Ascomycètes, nous devons signaler la belle monographie que M. R. Thaxter¹ vient de consacrer à un groupe extrêmement curieux de champignons, les Laboulbéniciacées, qui vivent en parasites sur les insectes. Ces singuliers organismes, que de Bary rapprochait des Ascomycètes douteux, étaient encore peu connus, puisqu'on en connaissait à peine une quinzaine d'espèces. M. Thaxter a décuplé le nombre des espèces connues, et, pour beaucoup d'entre

elles, il a suivi le développement complet et nous fait assister à toutes les phases de la reproduction qui rappelle entièrement celle des Floridiées.

Les Laboulbéniciacées, dépourvues de mycélium, forment des ascospores qui se fixent sur le corps des insectes et donnent des individus développant des anthéridies et un périthèce, muni de trichogynes; les anthérozoïdes mis en liberté viennent se fixer sur le trichogyne, et le périthèce adjacent développe, après la fécondation, une série de cellules ascogènes dans lesquelles se forment 12 ou 8 ascospores. Les nombreuses observations faites par M. Thaxter unifient les idées de Peyritsch et complètent d'une manière remarquable l'histoire de ces singuliers êtres. Il serait intéressant de compléter cette étude par l'examen des modifications du contenu cellulaire au moment de la fécondation, cet

examen permettrait sans doute de fixer la place définitive des Laboulbéniciacées dans la série des Thallophytes.

L. Mangin,

Professeur au Lycée Louis-le-Grand.

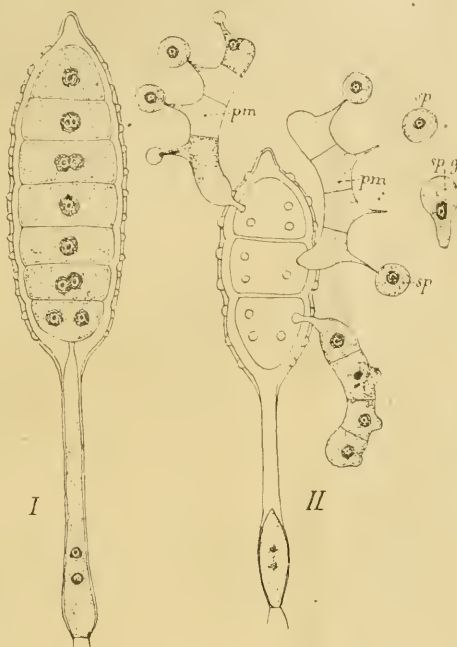


Fig. 4. — Développement des Téletosporos.

I. Téletosporos de *Phragmidium sub corticium*, fécondation.
II. Téletosporos du *Phragmidium Rubi* en germination;
pm, promycélium; sp, sporidées.

REVUE ANNUELLE DE GÉOGRAPHIE ET D'EXPLORATION

A aucune époque de l'histoire, le globe n'a été exploré aussi activement qu'aujourd'hui. Avidité des pionniers et des prospecteurs, espoir des industriels et des commerçants de transformer en clients les peuples encore à l'état de nature ou pourvus seulement d'une civilisation rudimentaire, ambitions coloniales des nations, curiosité désintéressée des savants, tels sont les principaux mo-

biles qui mettent en mouvement tant d'Européens et d'Américains du Nord.

La géographie bénéficie de la plupart, sinon de tous ces voyages, et nous ne dirons pas du tout avec J.-B.-B. d'Anville¹, malgré toute notre admiration pour son talent : « On ne doit pas attendre des voyageurs, dont le motif principal, dans leurs

¹ ROLAND THAXTER : Monograph of the Laboulbéniciaceae, *Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences*, Cambridge, vol. XII, n° 3, 1896.

¹ Dissertation sur les sources du Nil pour prouver qu'on ne les a pas encore découvertes, *Mémoires de littérature tirés des Registres de l'Académie royale des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXVI [1752-54], p. 39-60.

courses, n'est pas d'enrichir la Géographie et qui considèrent à peine les lieux de leur passage, qu'ils s'inquiètent beaucoup sur ce qui s'en écarte. » Non, certes, car ce sont ces voyageurs qui rapportent ces éléments de connaissances nouvelles, dont la science géographique constitue sa subsistance. Mais comme, sous peine de nous astreindre à une énumération insipide de noms propres, nous ne saurions les citer tous, nous avons arrêté notre choix sur l'exploration de quatre régions seulement; le lecteur qui voudra bien nous suivre passera des hauts sommets et des déserts de l'Asie Centrale dans les fjords de l'Amérique australe, de là dans la brousse du sud de Madagascar, et enfin dans les steppes des pays Gallia et Somali.

de montagnes qui en forment les rebords : Alaï et Translaï au nord, Indou-Kouch et Ouarkhlan au sud-ouest et au sud, Sarikoul et Moustagh à l'est (fig. 4).

Sven Hedin, venant du Turkestan russe, de Tachkent, monta sur les Pamirs par la passe de Kizilart, située à 4.370 mètres. De l'avant-poste extrême de la domination russe en Asie, le Pamirskii-Poste, il commença l'étude des chaînes du Moustagh et du Sarikoul.

Il explora les glaciers et les lacs qui en sont issus, lança même sur le Karakoul un bateau de bois de peuplier et de peau goudronnée, ouvrage de ses mains. Il se proposait encore davantage : il voulait atteindre le point culminant de la chaîne, le Moustaghata, ce géant des Pamirs, qui égale

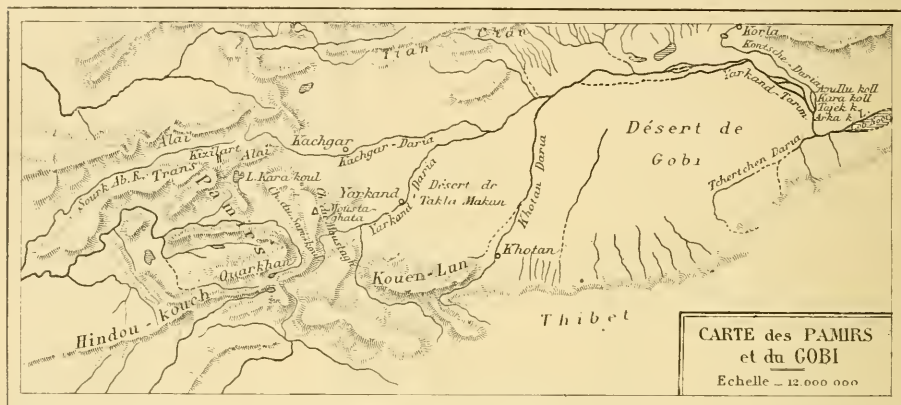


Fig. 1. — Carte de l'Asie Centrale, des Pamirs au Lob Nor.

I. — VOYAGE DE SVEN HEDIN DANS L'ASIE CENTRALE¹.

Parti de Stockholm en octobre 1893, le Suédois Sven Hedin arrivait à Pékin le 7 mars 1897, après un voyage qui comptera, sans aucun doute, parmi les plus remarquables qui aient été accomplis dans l'Asie Centrale.

Plusieurs découvertes de détail étant négligées, les résultats géographiques de cette belle exploration portent sur trois points : chaîne du Moustagh, désert de Takla-Makan, lac du Lob Nor.

Les très hauts plateaux qui s'élèvent au milieu de l'Asie, les Pamirs, sont limités par des chaînes

presque ceux de l'Himalaya, puisqu'il s'élève à près de 8.000 mètres. Sven Hedin tenta quatre fois cette ascension que personne n'a jamais accomplie. A deux reprises, il monta jusqu'à près de 6.000 mètres, puis dut redescendre. Il osa même passer la nuit à cette haute altitude, comptant reprendre sa marche le lendemain à l'aurore. Mais il souffrit atrocement du mal des montagnes. Et le lendemain matin, il lui aurait été impossible de continuer son ascension, si même une tempête de neige ne l'avait contraint à s'enfuir au plus vite. La science a cependant tiré quelque bénéfice de ces courageux efforts, et les points suivants restent acquis : 1° le Moustaghata ne se termine pas par un sommet unique; 2° la masse montagneuse est coupée par une profonde échancrure qu'occupe le grand glacier Jambulak; 3° au nord du Jambulak se dresse un sommet isolé, au sud quatre sommets, et parmi eux, c'est le plus septentrional qui semble dépasser les autres.

Le second épisode important du voyage de Sven

¹ SVEN HEDIN : *Travels in Central Asia, Geographical Journal*, 1895, V. — Attempts to ascend Moustagh-ata, *ibid.*, 1895, VI. — A journey through the Takla Makan Desert Chinese Turkestan, *ibid.*, 1896, VIII. — Ueber die Tiefe des Grossen Kara-Kul, *Petermann's Mitteilungen*, 1894. — Ein Versuch zur Darstellung der Wanderung des Lop-Nor Beckens in neuerer Zeit, *ibid.*, 1896. — O.-G. DE HEIDENSTAM : Sven Hedin dans l'Asie Centrale, *Revue de Paris*, 15 octobre 1897. (D'après des notes communiquées par S. Hedin.)

Hedin fut la traversée du Takla-Makan, désert qui s'étend entre le Yarkand-Daria et le Khotan-Daria, son affluent intermittent. Oser s'avancer dans cette contrée, témoignait d'une audace dont jamais explorateur n'avait eu le courage et que Sven Hedin faillit payer de sa vie. D'après ses cartes, il supposait le Khotan situé à environ 300 kilomètres du Yarkand. Mais ses cartes étaient erronées, et, en arrivant au point où il comptait trouver le fleuve, il ne vit que le désert. De jour en jour, la marche devient plus pénible; les chameaux tombent les uns après les autres; les caisses d'eau se vident successivement. La dernière goutte d'eau est bue, et rien n'indique qu'on approche du fleuve. Sven Hedin prend alors un parti suprême. Il abandonne tout, sauf les boussoles, les armes, le *journal* et quelques boîtes de conserves; avec un seul compagnon, il s'élance vers l'est, en désespéré. Tous deux marchent trois jours sans boire. Le troisième jour, enfin, ils aperçoivent dans le lointain des tamaris qui croissent dans les lieux humides. Ils reprennent confiance, mais la nuit les surprend, avant qu'ils aient atteint ce fleuve, qu'ils sentent là devant eux. Ils repartent à l'aurore, mais tombent bientôt épuisés.

Enfin, dans un suprême effort d'énergie, Sven Hedin se relève, court jusqu'à la ligne des tamaris, maintenant bien distincte, se jette dans le fourré, roule au pied d'une falaise et s'évanouit.

A peine était-il revenu à lui, qu'il aperçut un vol de canards sauvages qui s'abattit tout près. « Tout à coup, dit-il, la pensée traversa mon cerveau comme un éclair, qu'il y avait de l'eau là où les canards s'étaient posés. Je me levai comme mû par un ressort. Ce point noir à ma gauche, c'était de la verdure, c'était de l'eau ! »

« Un instant après, je marchais au milieu des roseaux, j'enfonçais dans de la vase, j'étais couché à plat ventre dans de l'eau et je buvais ! »

Sven Hedin remplit d'eau ses bottes de chasse, et les porta à son compagnon qui râlait dans le sable. Peu après, ils furent recueillis par des bergers qui les amenèrent dans leurs tentes et les ramènèrent. Mais il est fort probable que, sans ce bienheureux vol de canards, l'Asie Centrale aurait fait une victime de plus parmi les explorateurs européens.

Ce voyage, si fertile en aventures, nous a donc appris que le lit du Khotan est situé plus à l'est qu'on ne le croyait, que le Khotan n'est pas un fleuve régulier, mais qu'assez fort, en crue, pour aboutir au Yarkand, il se transforme à d'autres époques en un chapelet de *flaques* d'eau. Nous connaissons mieux aussi la nature même du Takla Makan, désert parsemé d'immenses dunes, qui atteignent parfois 50 mètres de hauteur, et dans

lequel sévissent des tourmentes de sable d'une extrême violence.

Enfin on doit encore à Sven Hedin la solution d'une question qui préoccupait depuis longtemps les géographes : la question de l'emplacement du Lob Nor, lac dans lequel aboutit le grand fleuve du Gobi, le Yarkand Tarim, formé par les neiges du Sarikoul, du Moustagh et du Tian-Chan. D'après une carte chinoise publiée en 1863, à Wout-Chang-Fou, ce lac était situé par 40° de latitude nord. D'autre part, le voyageur russe Prjevalsky avait découvert, pendant son voyage de 1876-1877 au Gobi, un lac situé par 39°. Il assimila ce lac à celui qui figurait sur la carte chinoise.

Mais le célèbre géographe allemand von Richthofen contesta cette assertion, et, prétendant que les Chinois n'avaient pas commis l'erreur de placer le Lob Nor à plus de 100 kilomètres trop au sud, soutint que le lac découvert par Prjevalsky n'était pas celui de la carte de Wout-Chang-Fou. Une longue polémique s'éleva entre l'explorateur, fier de ses observations, et le géographe, confiant dans la solidité de ses raisonnements.

Or, voici le résultat des recherches de Sven Hedin : Il partit de Korla et suivit constamment la rive gauche du bras oriental du Tarim, le Kotsche-Daria. Arrivé à une latitude de 40° 38', il découvrit un lac qui s'étend jusqu'au 40°. Ce lac, long de plus de 60 kilomètres, a seulement une largeur de quelques centaines de mètres. Il s'étend successivement en trois points de façon à former presque quatre lacs distincts; Avullu Koll, Kara Koll, Tajek Koll, Arka Koll. Le Kotsche Daria en sort, rejoint le Yarkand Tarim, et ils aboutissent à un autre lac, qui est le Lob Nor, découvert jadis par Prjevalsky. Ainsi il y a dans cette région deux lacs, et si Prjevalsky avait raison, von Richthofen n'avait pas tort.

Sven Hedin avait accompli ce dernier voyage en mars et avril 1896. Il revint à Khotan en mai 1896, monta sur le plateau du Thibet, en explora la partie nord et découvrit quatre grands lacs salés et dix-neuf petits, se rendit au désert salé du Tsaidam, puis revint à Pékin par Sinin et Lan Tcheou.

II. — EXPLORATION DE LA TERRE DE FEU PAR L'EXPÉDITION SUÉDOISE OTTO NORDENSKIÖLD (1893-1896).

En 1894, M. Otto Nordenskiöld développait, devant la Société de Géographie de Stockholm, un plan d'exploration à la Terre de Feu. Il réussit à exciter un si vif intérêt, qu'en peu de temps, grâce au concours de plusieurs Sociétés savantes et de particuliers, en tête desquels il convient de citer feu le baron Dickson, un Mécène de la Géographie, la

somme nécessaire à l'armement d'une expédition fut réunie. L'année suivante, M. Nordenskiöld, accompagné d'un botaniste, M. Dusen, et d'un zoologue, M. Ohlin, quittait l'Europe.

L'expédition suédoise gagna d'abord Buenos-Ayres, où elle termina ses préparatifs, puis elle s'embarqua, en novembre 1895, à bord d'un navire de guerre argentin, qui longeait les côtes orientales de Patagonie pour surprendre les bâtiments suspects de se livrer en fraude à l'exportation du guano ou à la chasse des phoques.

Après quatorze jours de traversée, M. Nordenskiöld et ses compagnons, qui étaient passés devant l'entrée du détroit de Magellan sans y pénétrer, débarquaient à Paramo, dans la baie de San-Sebastián. De Paramo, ils firent trois grandes excursions.

Dans l'une, ils explorèrent la partie septentrionale de la Terre de Feu et atteignirent le village de Porvenir sur le détroit de Magellan. Une autre fois, ils traversèrent le pays d'est en ouest jusqu'au golfe Inutil. Dans un troisième voyage, ils suivirent la côte orientale jusqu'à l'embouchure du rio Grande, puis remontèrent un de ses affluents, le rio Candelaria (fig. 2).

Plus tard, l'expédition, quittant ces parages, s'établit dans la partie méridionale de la Terre de Feu, d'abord à l'embouchure du rio Azopardo, puis dans les petites villes de Lapataia et d'Ushuaia, situées sur le canal Beagle.

M. Nordenskiöld et ses compagnons ont rapporté beaucoup d'observations sur la Terre de Feu, qui, depuis l'expédition française de la *Romanche*, n'avait point été l'objet d'une étude aussi attentive¹.

On donne le nom de Terre de Feu à la partie du continent américain située au sud du détroit de Magellan. Constituée par le groupement d'îles de dimensions très inégales, elle se partage en deux

régions, l'une septentrionale, l'autre méridionale.

La région septentrionale comprend deux plateaux ondulés de 80 à 300 mètres d'altitude, le Serranias del Norte et le plateau Carmen-Silva, séparés par une plaine. Il n'y pleut pas beaucoup. A Punta Arenas, sur le détroit de Magellan, il tombe par an 37 centimètres d'eau, en moyenne.

M. Nordenskiöld estime que des observations pluviométriques, faites à Inutil ou à Paramo, accuse-

raient des précipitations encore plus faibles. Ainsi s'explique le maigre débit des rios del Oro, Oscar, etc., qui débouchent dans le détroit de Magellan, et du rio Carmen-Silva qui se jette dans l'Atlantique.

Cette absence d'humidité nuit à la croissance des arbres. Le vent qui souffle en tempête une grande partie de l'année ne leur est pas moins défa-



Fig. 2. — Carte de la Terre de Feu.

¹ OTTO NORDENSKIÖLD : L'expédition suédoise à la Terre de Feu, *Annales de Géographie*, 1897, p. 347-56. — In : Ueber die Natur der Magellandländer, *Petermann's Mittheilungen*, 1897, p. 212-17.

vorable. Aussi la végétation arborescente se réduit-elle à quelques rares buissons et l'herbe couvre-t-elle la plus grande superficie du sol.

La partie méridionale de la Terre de Feu présente des caractères géographiques très différents. Bien loin d'être constituée comme la partie septentrionale par un territoire continu, elle se compose d'îles très nombreuses, projetant dans la mer des caps et des presqu'îles. Des couloirs longs et étroits, aux parois hautes et abruptes, serpentent entre ces îles et ces péninsules. Ce sont des *fjords*; le voyageur qui en suit les sinuosités pourrait aisément se croire transporté en Norvège et naviguer, non à l'extrémité australe de l'Amérique, mais à l'extrémité boréale de l'Europe.

L'altitude générale de la contrée atteint partout 800 mètres, souvent 1.000 et parfois davantage. La Cordillère des Andes se prolonge, en effet, jusqu'au bout du continent.

Il pleut beaucoup plus au sud qu'au nord de la Terre de Feu. Dans les îles de l'ouest, « il y a presque toujours de la pluie et du brouillard. Il est difficile de trouver un endroit solide et sec, assez grand pour y dresser une tente ».

Élévation de l'altitude, abondance des précipitations, température basse expliquent qu'il y ait des glaciers dans cette partie de la Terre de Feu. Cependant, à cet égard, Nordenskiöld a éprouvé une légère déception. Les glaciers de la Terre de Feu ne sauraient rivaliser en beauté avec ceux des Cordillères patagoniennes.

Cette région est très boisée. Le *Fagus antarctica*, avec sa frondaison épaisse de petites feuilles vert foncé, s'y rencontre communément. Au-dessous des arbres poussent des fuchsias à grandes fleurs. Le sol lui-même est couvert d'une couche épaisse et molle de mousses et de lichens qui montent très haut le long des arbres. Ces forêts ressemblent à celles des tropiques. Il y règne un silence absolu : « le mugissement même de la tempête n'y peut pénétrer ». On y avance aussi péniblement que dans les forêts de l'Amazone et du Congo, et il faut s'y frayer une voie à coups de hache.

La Terre de Feu paraît n'avoir jamais été très peuplée, mais, actuellement, les indigènes disparaissent rapidement. Nordenskiöld estime que la tribu des Ona ne compte plus que 1.000 individus et celle des Yaghan 300. L'établissement des colons blancs dans la contrée aura été funeste aux autochtones. De grands établissements d'élevage ont été créés dans les immenses étendues herbeuses du nord, propices à la vie et au développement du mouton. Les indigènes nomades, refoulés dans le sud, mais n'y pouvant vivre l'hiver, reviennent sur les terres des colons. Ils commettent des vols de moutons, les colons les reçoivent à coups de fusil

ou les font prisonniers et les déportent en Patagonie.

Ainsi s'exerce jusqu'à l'extrémité du continent cette loi rigoureuse qui veut que l'arrivée du blanc cause la disparition de l'Américain indigène. Après les Aztèques et les Incas de l'Amérique centrale, les Peaux-Rouges de l'Amérique du Nord, voici les derniers Indiens de la Terre de Feu qui périssent sous nos yeux.

III. — LES POPULATIONS DU SUD DE MADAGASCAR.

La France bénéficiera-t-elle de la conquête de Madagascar ? Nos compatriotes y créeront-ils des exploitations agricoles et des établissements industriels avantageux pour eux-mêmes et pour la métropole ? La possession de cette île nous grandira-t-elle ? On est fondé à l'espérer si un homme aussi habile que le général Gallieni continue longtemps à la gouverner.

En tous cas, un gain résulte déjà de la conquête : le progrès des connaissances géographiques. Sans aucun doute, ces progrès vont continuer ; on peut prévoir le moment peu éloigné où Madagascar sera connue dans tous ses détails. En effet, non seulement il se rencontre, comme naguère, des explorateurs bénévoles, pleins de hardiesse, tels que M. Bastard, délégué du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, qui vient de remonter la vallée de l'Onilahy jusque dans le Betsileo, et M. Guillaume Granddidier, qui continue une glorieuse tradition paternelle, mais encore les fonctionnaires civils et militaires ont l'ordre de recueillir des renseignements sur la région qu'ils sont chargés d'administrer.

Pour permettre au public de profiter de ces études, le général Gallieni les groupe dans un recueil mensuel intitulé : *Notes, reconnaissances et explorations*. Ces enquêtes ont apporté, sur les populations du sud de Madagascar, quelques notions nouvelles dont nous allons tenter de donner un court résumé¹.

Au sud du Betsileo, on distingue trois grands groupes de populations (fig. 3) : Les Tanalas, qui habitent sur le haut cours des fleuves qui descendent vers l'est à l'Océan Indien ; les Baras, entre le cours supérieur du Mangoky et de l'Onilahy ; les Sakalaves, le long de la côte du Canal de Mozambique. Il faut remarquer, en outre, que des clans appartenant à l'un de ces trois groupes ethnographiques s'en sont détachés, et ont essaimé au loin. Ainsi, le capitaine de Thuy a vu, sur la rive droite du Man-

¹ LACARRIÈRE : D'Ihosy à Tamolamo, *Notes, reconnaissance et explorations*, 31 juillet 1897. — BOIN et MOUVREUX : Les Baras et les Tanalas des districts d'Ivohibe et d'Ihosy, *ibid.*, 30 novembre 1897. — G. DE THUY : Six semaines dans le sud-ouest, *ibid.*, 31 janvier 1898. — BASTARD : De la baie du Saint-Augustin à Midongy, *ibid.*

goky, une tribu d'Ivoalany ny Antaras, d'origine Tanala, dont les frères sont établis bien loin de là sur les bords du Menarahaka, qui se jette dans l'Océan Indien.

Au sud des Baras, s'étend une région déserte. Au delà, habitent les Zafitmaras, Manambias, Zafitmarsoas, Zafitmitoras, n'ayant aucun rapport avec les peuples précédemment cités.

Sauf les Sakalaves Vozos de la côte, qui vivent de pêche, tous ces peuples se livrent à la culture du riz, du manioc, des patates, des pois du Cap et élèvent des bœufs. Leur état de civilisation est encore extrêmement rudimentaire. Comme unique costume, ils portent un lamba de coton bleu, tissé

à s'emparer par ruse de ce qu'ils ne peuvent acquérir par le travail.

Non seulement aucun lien politique n'existe entre les Baras, les Tanalas et les Sakalaves, mais encore chacun de ces groupes ethnographiques est divisé à l'extrême. Dans le seul district d'Ivohibé, par exemple, le lieutenant Boin compte dix clans de Tanalas, dont le plus fort se composerait de 4.000 individus et chacun des autres de 1.000 à 500. Les Baras et les Sakalaves sont émiettés à l'avenant. Il y a un chef à la tête de chaque clan, mais parfois plusieurs clans obéissent au même chef. Cette royauté, s'il est permis d'employer en pareille matière un terme aussi ambitieux, est héréditaire. L'autorité des sorciers contrebalance souvent le pouvoir absolu du chef. Celui-ci s'en-touré fréquemment de conseillers : parfois, il appelle au conseil toute la population mâle du clan.

Quoiqu'ils aient prétendu le contraire, les Hovas n'ont jamais exercé leur domination sur ces populations. A Ihosy, ils avaient installé une garnison : mais elle s'est laissée décimer par les excès et les maladies, et, comme elle était faiblement armée, les lantsantas ont aisément chassé les survivants. Il est certain que maintenir l'ordre parmi ces populations pillardes et insubordonnées sera pour les administrateurs français une tâche difficile. On y réussira, cependant, en opposant les clans les uns aux autres, méthode dont l'expérience a déjà démontré l'efficacité.

IV. — EXPLORATIONS DANS LE PAYS DES GALLAS ET DES SOMALIS.

La partie de l'Afrique habitée par les Gallas et les Somalis, et que les géographes allemands et anglais désignent sous le nom de « Corne de l'Afrique », a été, en ces dernières années, sillonnée par de nombreux explorateurs.

La plupart, il est vrai, cèdent moins au désir de découvrir du nouveau qu'à celui d'accomplir des prouesses cynégétiques. Las de tuer des perdreaux, des lièvres ou des chevreuils, rassasiés des succès faciles qui se remportent dans les plaines ou les forêts d'Europe, ils veulent goûter les émotions fortes, — très fortes même, puisque naguère le prince Ruspoli a été tué par un éléphant, — que la chasse au lion, à l'éléphant ou au rhinocéros procure à ceux qui s'y livrent.

L'espoir de pénétrer dans des cantons encore peu battus entraîne souvent ces chasseurs à une grande distance de la côte. C'est ainsi que le prince roumain Demeter Ghika, parti de Berbera avec son fils, en octobre 1895, a atteint Hergeisa, s'est avancé jusqu'à 5° de latitude nord en suivant de



Fig. 3. — Partie méridionale de Madagascar.

avec les produits du cotonnier sauvage qui pousse dans la contrée, et teint avec l'indigo cultivé dans le pays.

Les cases, fort petites, contiennent un mobilier qui trahit une industrie peu avancée. Une simple natte constitue le lit. Le foyer est un trou contenant trois pierres qui supportent la marmite. Les plats, les assiettes et les bols sont faits avec des courges. Les seuls objets auxquels ils paraissent tenir sont leurs sagaies et leurs fusils à pierre ornés de cuivre.

Les explorateurs et les officiers qui ont eu la faculté d'étudier ces peuples les représentent comme paresseux, fourbes et pillards.

Ils ne cherchent pas, disent-ils, à accroître leurs ressources ni à améliorer leur bien-être. Ils cultivent juste ce qu'il faut pour vivre, mais n'ont pas la notion de l'épargne. En revanche, ils cherchent

plus ou moins près le Webi-Chebeli, et est revenu par le Milmil¹ (fig. 4).

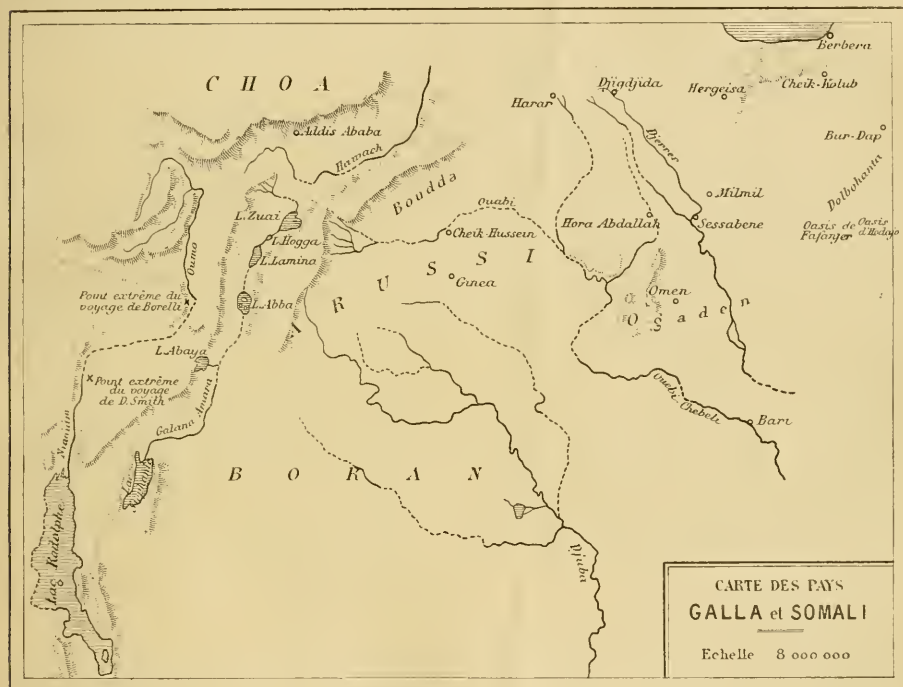
MM. Parkinson, G. Percy, V. Aylmer et Brander-Dunbar ont, en 1896-97, fait une expédition à Cheik-Kolub et Bur-Dap².

De juin à octobre 1897, l'Autrichien comte Édouard Wickenburg est allé par Bur-Dap et les oasis de Fafanjer jusqu'à Omen-en-Ogaden. Il est revenu par Hora-Abdallah et Hergeisa³.

Mais forcément ces chasseurs qui s'aventurent

collections d'histoire naturelle, et un journal météorologique tenu avec régularité, qui contribuera à faire mieux connaître la climatologie du pays Somali. Il a découvert une chaîne de montagnes, le Dchigo, dont il a nommé les sommets pic Carol et pic Elisabeth, en l'honneur des souverains de Roumanie.

M. Parkinson et ses amis ont fait deux excursions dans le pays encore inconnu, qui s'étend au nord et au sud du Bur-Dap.



F. Borremans, Gr. 17, 5, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130, 135, 140, 145, 150, 155, 160, 165, 170, 175, 180, 185, 190, 195, 200, 205, 210, 215, 220, 225, 230, 235, 240, 245, 250, 255, 260, 265, 270, 275, 280, 285, 290, 295, 300, 305, 310, 315, 320, 325, 330, 335, 340, 345, 350, 355, 360, 365, 370, 375, 380, 385, 390, 395, 400, 405, 410, 415, 420, 425, 430, 435, 440, 445, 450, 455, 460, 465, 470, 475, 480, 485, 490, 495, 500, 505, 510, 515, 520, 525, 530, 535, 540, 545, 550, 555, 560, 565, 570, 575, 580, 585, 590, 595, 600, 605, 610, 615, 620, 625, 630, 635, 640, 645, 650, 655, 660, 665, 670, 675, 680, 685, 690, 695, 700, 705, 710, 715, 720, 725, 730, 735, 740, 745, 750, 755, 760, 765, 770, 775, 780, 785, 790, 795, 800, 805, 810, 815, 820, 825, 830, 835, 840, 845, 850, 855, 860, 865, 870, 875, 880, 885, 890, 895, 900, 905, 910, 915, 920, 925, 930, 935, 940, 945, 950, 955, 960, 965, 970, 975, 980, 985, 990, 995, 1000.

Fig. 4. — Pays Galla et Somali.

en pays inconnu doivent se renseigner, étudier le terrain, mettre souvent la carabine en bandoulière pour consulter la boussole. Ils deviennent explorateurs sans le vouloir, et la science trouve, en fin de compte, son profit dans ces expéditions dont le plaisir est le mobile principal.

C'est ainsi que le prince Ghika a rapporté des

Les résultats du voyage du comte Wickenburg présentent encore plus d'intérêt.

Personne avant lui n'avait traversé le Dolbohanta pays sec, couvert ici d'herbe, là de buissons épineux très épais. Il a découvert les oasis d'Hodajo et de Fafanjer, groupées autour de petits lacs qui ne tarissent presque jamais.

Mais surtout, il a prouvé que la domination de l'empereur Ménélik s'étendait bien plus loin dans l'est qu'on ne le supposait. La limite peut en être approximativement fixée au Djerrer. Les tribus qui habitent à l'ouest de ce fleuve sont toutes soumises aux Éthiopiens. Ménélik exerce son pouvoir sans

¹ PAULITSCHKE : Reise des Fürsten Demetrik Ghika Comanesti im Somaliland, 1895-96, *Petermann's Mittheilungen*, 1896, p. 245.

² *Geographical Journal*, 1898, t. 1.

³ PAULITSCHKE : Reise des Grafen Edward Wickenburg im Somaliland, Juni bis Oktober 1897, *Petermann's Mittheilungen*, 1898, p. 49.

frais. Deux fois par an des soldats éthiopiens viennent lever le tribut. Si les nomades se dérobent, un corps de troupe beaucoup plus fort est envoyé et exécute une razzia impitoyable. Ménélik exerce donc son autorité à 600 kilomètres à l'est de Addis-Ababa, sa résidence habituelle.

Telles sont quelques-unes des notions nouvelles dont les géographes doivent remercier ces explorateurs improvisés. La vérité oblige cependant à ajouter que le plus important voyage accompli dans la « Corne de l'Afrique », en ces dernières années, l'a été par un explorateur qui n'était rien qu'un explorateur, et qui se souciait plus d'une description exacte ou d'un levé topographique précis que d'un beau coup de fusil.

L'Américain Donaldson Smith¹ quitta Berbera au mois de juillet 1894. Il se rendit à Milmil, en Oga-den, puis à Sessabene, et entra dans le pays des Arussi-Galla, peuple dont l'étude avait à peine été entamée par Ragazzi (1886-87) et Boltegog (1892).

Dans cette contrée, Smith découvrit une petite ville musulmane isolée en pays païen. On la nomme Cheik-Iusseu, du nom de son fondateur, venu de Bagdad, il y a deux siècles, pour convertir les Gallas au mahométisme. La tentative d'apostolat échoua, mais les descendants du Cheik Iusseu ont fait de leur ville le principal centre commercial du pays.

Smith voulait s'avancer vers l'ouest, traverser le Boudda et revoir la contrée que seul jusqu'à présent Léopold Traversi a explorée. Mais le gouverneur éthiopien s'opposa à ce voyage. Smith se dirigea alors vers le sud, atteignit Bari sur le Ouebi-Chebeli, traversa la plaine sèche et fastidieuse qui s'étend jusqu'au Djuba, qu'il franchit également.

Continuant à s'avancer vers l'est, Smith découvrit un peuple, dont on ne savait encore presque rien : les Borans, Gallas, qui habitent entre la rive droite du Djuba et le lac Stéphanie. Bien loin d'être partagés en tribus indépendantes, ils constituent un peuple uni. Ils ont une histoire et sont gouvernés par une dynastie héréditaire. Ils reçoivent quelques objets de fabrication européenne par l'intermédiaire des marchands somalis établis dans les villes de l'Océan Indien, Magdichou et Merka. Ces Borans, qui paraissent les plus puissants de tous les Gallas, sont jusqu'à présent restés indépendants de l'autorité éthiopienne.

Enfin, Smith compléta son voyage par l'exploration de la région lacustre qui s'étend au sud de l'Éthiopie. Non seulement il a revu les lacs Stéphanie et Rodolphe, sur les bords desquels aucun

Européen ne s'était aventuré depuis von Höhnelt et Teleki (1888), mais, de plus, il a découvert, au nord du lac Stéphanie, un certain lac Abaya, d'une superficie de 100 kilomètres environ.

Le géographe allemand Hassenstein, pour des raisons qui nous semblent concluantes, ne veut pas identifier ce lac Abaya avec le lac Abba, sur lequel, dès 1847, Antoine d'Abbadie avait recueilli des renseignements.

Le lac Abaya serait donc le plus méridional de cette série de lacs, qui au dire des indigènes, se succèdent à la base du massif éthiopien : Zuai, Hoggia, Lamina, Abba, et dont l'exploration reste à faire.

Smith a encore apporté une importante contribution au problème géographique de l'Oumo. Cette rivière avait été découverte à l'est de Kaffa par Antoine d'Abbadie, qui supposa même, mais à tort, avoir vu le cours supérieur du Nil Blanc. Pendant bien des années, cette rivière, ou plutôt ce tronçon de rivière figura sur les cartes; on ne savait où le faire aboutir.

Certains géographes le considéraient comme la partie supérieure du Sobat, affluent du Nil Blanc, mais cette opinion rencontrait beaucoup de contradicteurs.

Presque simultanément, en 1888, Borelli, qui voyageait en Éthiopie, et von Höhnelt et Teleki d'autre part, apportèrent de nouveaux éléments à la question de l'Oumo. Borelli suivit l'Oumo jusqu'à 6°50 lat. N., et vit qu'il conservait la direction méridionale; de leur côté, von Höhnelt et Teleki découvrirent qu'une rivière, le Nianiam, se jette à l'extrémité septentrionale du lac Rodolphe. On émit immédiatement l'hypothèse que l'Oumo et le Nianiam ne forment qu'un seul et même cours d'eau.

Or, l'exploration de M. Smith apporte une confirmation nouvelle à cette opinion. Il a, en effet, suivi le Nianiam jusqu'à 200 kilomètres du lac Rodolphe, et constaté qu'il continuait à venir du nord.

Les points extrêmes atteints au sud par Borelli, au nord par Smith, sont encore distants de 200 kilomètres; néanmoins, il paraît de plus en plus vraisemblable que cet Oumo — objet de tant de discussions — aboutit bien au lac Rodolphe.

On doit regretter qu'il n'ait pas été donné à M. Smith de continuer son voyage vers l'ouest, et d'explorer la contrée encore inconnue qui s'étend jusqu'au Nil Blanc. Cependant, ce bref résumé de son voyage suffit à prouver combien il a contribué à accroître nos connaissances sur le pays Galla.

¹ HASENSTEIN : Dr A. Donaldson Smiths Expedition durch das Somal- und Gallaland zum Rudolf See, inden Jahren 1894 und 1895, *Petermann's Mittheilungen*, 1897, p. 7.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Œuvres mathématiques de Riemann, traitées par L. LAUGEL, avec une *Préface* de M. HERMITE et un *Discours* de M. FÉLIX KLEIN. — 1 vol. in-8° de 454 pages avec figures. (Prix : 14 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1898.

L'œuvre de Bernhard Riemann, dit M. Hermite au début de sa Préface, est la plus belle et la plus grande de l'Analyse à notre époque. La postérité ratifiera sûrement ce jugement de l'illustre géomètre.

On doit donc la plus vive reconnaissance à M. Laugel pour la belle édition française qu'il nous donne aujourd'hui, car il y a malheureusement beaucoup de mathématiciens, parmi nos compatriotes, qui n'ont pas une connaissance suffisante de la langue allemande pour avoir pu s'initier aux magnifiques travaux de Riemann, et qui ne les possèdent pour ainsi dire que de seconde main.

Pour cette traduction, on a pris pour base la deuxième édition allemande, mais en supprimant un certain nombre de mémoires dont la liste est indiquée à la fin du volume. Il est permis d'exprimer un regret : c'est que le traducteur ne nous ait pas fait connaître au moins les motifs de cette sélection et les données sur lesquelles on y a procédé; peut-être un jour cette lacune sera-t-elle comblée par la publication d'un deuxième volume. Dans tous les cas, et même ainsi réduit, celui-ci représente une merveilleuse accumulation de richesses, en nous offrant les plus beaux travaux de Riemann sur la Théorie des Fonctions.

L'ouvrage se divise en trois parties : Mémoires publiés par Riemann; Mémoires publiés après la mort de Riemann; Fragments posthumes. La première partie débute par sa célèbre dissertation inaugurale : *Principes fondamentaux pour une théorie générale des fonctions d'une grandeur variable complexe*; on est émerveillé quand on se rappelle qu'en 1851, lorsque fut publié ce mémoire capital sur la Théorie des Fonctions, l'auteur n'était âgé que de vingt-cinq ans. Dans cette même partie se trouvent des travaux sur les fonctions représentables par la série de Gauss, sur les fonctions abéliennes, sur la propagation des ondes atmosphériques, sur les fonctions θ , et notamment le mémoire sur le nombre des nombres premiers inférieurs à une grandeur donnée, qui, sans quitter le domaine de la Théorie des Fonctions, nous montre Riemann aussi grand comme arithmologue que comme analyste.

Dans la deuxième partie se trouvent des études : sur la possibilité de représenter une fonction par une série trigonométrique; sur les hypothèses qui servent de base à la Géométrie; sur les surfaces minima; et une lettre à Weierstrass.

Les fragments posthumes concernent les équations différentielles, les séries hypergéométriques, la représentation conforme, les surfaces minima, l'analysis situs, la convergence des séries θ , les fonctions abéliennes.

A lui seul, le mémoire sur les hypothèses qui servent de base à la Géométrie suffirait à immortaliser l'auteur; il révèle en effet une incomparable puissance d'invention et de divination, en quelque sorte.

Il serait injuste, en terminant cette trop rapide analyse, de ne pas signaler le si intéressant discours de M. F. Klein, du 27 septembre 1894 : *Riemann et son influence sur l'Analyse Mathématique modernes*. M. Laugel a été bien heureusement inspiré en le plaçant en tête de sa traduction, immédiatement après la belle Préface

de M. Hermite. Nul, au même degré que l'éminent professeur de Göttingue, n'a le don de savoir mettre en lumière, avec une grande précision et une remarquable hauteur de vues, l'œuvre d'un savant prise dans son ensemble. C'est de la grande et belle synthèse, et c'est peut-être encore plus utile que beau.

C.-A. LAISANT,
Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

Schell (W.), Professeur à l'Ecole Technique supérieure de Karlsruhe. — *Allgemeine Theorie der Curven-doppelter Krümmung in reingeometrischer Darstellung* (2^e édition). — 1 vol. in-8° de 164 pages avec 58 figures. (Prix : 7 fr. 50) B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1898.

Voici la seconde édition d'un ouvrage qui a déjà rendu bien des services. C'est une *Introduction à la Théorie générale des Courbes gauches*. L'auteur expose d'abord les principales propriétés relatives à la courbure, à la torsion et à la courbure totale (d'après Lancret); puis il fait une étude approfondie des courbes et des surfaces qui se rattachent à une courbe donnée : développable engendrée par les tangentes, développable polaire, développable rectifiante, surface des normales principales, surface des binormales, surface des développables, etc., etc.

Viennent ensuite le problème inverse de la détermination des courbes satisfaisant à certaines conditions données, et l'étude géométrique du mouvement d'une courbe gauche.

La méthode adoptée par M. Schell est purement géométrique; la courbe est considérée en elle-même, sans l'emploi d'équations ou de projections. Dans les relations entre les éléments caractéristiques d'une courbe n'interviennent que quelques propriétés des triangles infiniment petits, plans ou sphériques. L'auteur montre ainsi jusqu'à quel point la Géométrie infinitésimale peut se développer, sans le secours de l'Analyse. A cet effet, il signale un certain nombre de lacunes que l'on rencontre encore dans ce domaine.

Dans cette nouvelle édition, il a été tenu compte, dans la mesure du possible, des progrès accomplis pendant la seconde moitié de ce siècle. Toutefois, l'auteur ne fait que mentionner la méthode si féconde de l'indicatrice sphérique, publiée par P. Serret en 1859, en même temps que la première édition de cet ouvrage. L'emploi des courbes auxiliaires sphériques eût entraîné un remaniement complet de l'exposé, en modifiant, en bien des points, le caractère primitif de ce petit traité.

H. FÉHR,
Privat-docent à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques

Januschke (Hans), Directeur de l'Ecole réelle supérieure de Teschen. — *Das Princip der Erhaltung der Energie.* — 1 vol. in-8° de 456 pages avec 95 figures. (Prix relié : 15 fr.) B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1898.

Peut-être le titre de l'ouvrage que nous avons sous les yeux n'est-il pas exactement adapté à son contenu. Assurément, le principe de la conservation de l'énergie n'en est pas absent, mais il n'en forme pas seul le sujet. En réalité, nous nous trouvons en présence d'un traité de Mécanique élémentaire et de Physique, avec un emploi modéré du calcul intégral, et de nombreux contacts avec la notion de l'énergie.

Les premiers chapitres traitent du mouvement des solides et des fluides, des déplacements de l'atmosphère

et de quelques phénomènes auxquels ils donnent lieu. Puis vient un chapitre bien documenté sur les forces moléculaires; enfin, les autres parties de la Physique en leur rang habituel.

De nombreux problèmes suivent chacun des chapitres. Un certain nombre ont été imaginés par l'auteur, d'autres ont été empruntés à des ouvrages spéciaux. Ici, un peu de méchance aurait pu épargner des erreurs, quelques-uns des problèmes reproduits dans l'ouvrage étant faux dans les originaux. Il convient aussi de rectifier la notion de masse et celle de force dans le système métrique, l'adoption du kilogramme comme unité de masse n'entraînant pas nécessairement pour le kilogramme-force une valeur 9.81 plus grande. C'est une faute commune à beaucoup d'auteurs qui n'ont pas suivi de près l'évolution des idées concernant les unités dans ces dernières années. Le fait est assez important pour être signalé, et l'auteur ne nous en voudra pas de l'avoir fait à propos de son ouvrage.

CH.-ED. GUILLAUME,

Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

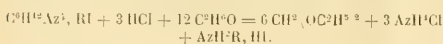
Délepine M., Préparateur de Chimie organique au Collège de France. — **Amines et Amides dérivées des Aldéhydes.** (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 brochure in-8° de 172 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

Voici un très bon travail, qui est malheureusement trop volumineux pour que nous puissions en faire ici un compte rendu fidèle : il est relatif, d'abord à l'étude de l'aldéhyde formique et de l'hexaméthylène-amine, que l'auteur poursuit depuis longtemps, puis à des recherches systématiques sur l'aldéhydate d'ammoniaque, les bases dérivées des aldéhydes et enfin quelques composés pyridiques.

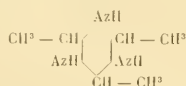
Chaque réaction quelque peu importante est passée au calorimètre et M. Délepine nous donne quatre-vingts données thermochimiques nouvelles, touchant les aldéhydes formique et anisique, les hydramides, l'amarine, la lophine, la purpurine, les bases pyridiques et hydropyridiques, etc.

A noter, dans la première partie de ce travail, un nouveau mode de préparation des amines primaires qui a déjà fait ses preuves dans différents laboratoires et qui se recommande par l'excellence de ses rendements.

Cette méthode consiste à décomposer par l'acide chlorhydrique, en présence d'alcool, un iodo ou un chloroalkylate d'hexaméthylène-amine : il se forme, abstraction faite d'un composé intermédiaire dont il n'y a pas lieu de tenir compte en pratique, de l'acétal méthylénique et un sel haloïde de l'amine cherchée, mélange de chlorhydrate d'ammoniaque, que l'on sépare au moyen de dissolvants convenables :

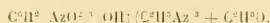


Fort curieuse aussi cette observation de M. Délepine que l'aldéhydate d'ammoniaque n'est pas, comme on le croyait jusqu'à présent, un simple *aminoethanol*, mais bien l'hydrate d'une base cyclique



trimère de l'imino 1.1 éthane $AzH=CH-CH^3$.

Cette base, que l'on obtient par dessiccation à froid de l'aldéhydate d'ammoniaque ordinaire, se transforme, en effet, en thialdine sous l'action de l'hydrogène sulfuré et donne avec l'acide picrique, en solution dans l'alcool, une combinaison cristallisée qui répond à la formule



En étudiant les dérivés ammoniacaux des aldéhydes aromatiques, M. Délepine a constaté ce fait singulier, que nombre de ces corps, entre autres l'hydrobenzamide, l'amarine, la lophine, l'hydrocinamide, la pyridine et les deux quinoléines sont fortement endothermiques.

Le passage des hydramides à l'état d'hydroglyoxalines isomères, comme par exemple la transformation de l'hydrobenzamide en amarine, s'effectue toujours avec dégagement de chaleur, et l'étude thermochimique de l'hydrocinamide, que l'on considérait jusqu'alors comme une hydramide, a conduit M. Délepine à ranger cette substance dans la classe des glyoxalidines, à côté de l'amarine et de ses homologues.

Toutes ces observations, et bien d'autres encore pour lesquelles nous devons, faute d'espace, renvoyer à l'original, forment un ensemble des plus intéressants, dont nous sommes heureux de pouvoir féliciter l'auteur.

L. MAQUENNE,

Professeur au Muséum.

3° Sciences naturelles

Annales de l'Institut colonial de Marseille, publiées sous la direction de M. le professeur Ed. HECKEL. Tome III. — 1 vol. in-8° de 636 pages. (Prix : 20 fr.) Borlatier, éditeur. Marseille, 1898.

M. le professeur Ed. Heckel, dont on connaît la grande compétence en tout ce qui concerne la flore et les productions coloniales, a entrepris, il y a quelques années, la publication d'une série de travaux relatifs aux productions végétales des colonies françaises. Il a fourni lui-même, sur la noix de kola, une étude très documentée et fort intéressante qui forme la matière de l'un des volumes des *Annales*. L'Institut colonial, dont il est le fondateur, est d'ailleurs représenté dans notre grand port de commerce non seulement par les *Annales*, mais encore par un Musée très riche, qui renferme, parfaitement classées, les productions les plus importantes de nos colonies. Je l'ai visité il y a quelques jours et je suis heureux de reconnaître qu'il est conçu à la fois dans l'esprit le plus pratique et le plus instructif. Il est bien regrettable que les collections de notre ancienne Exposition permanente des Colonies ne soient pas utilisées dans le même esprit d'enseignement populaire.

Le troisième volume des *Annales* de l'Institut colonial de Marseille est consacré à la flore des Antilles. Le R. P. Düss, qui est l'auteur de ce travail important, a rendu un service signalé aux voyageurs et aux botanistes qui auront l'occasion de visiter la Guadeloupe et la Martinique. Il m'est particulièrement agréable, pour ma part, de lui adresser un juste tribut de reconnaissance, car j'écris ces lignes sur le paquebot même des Antilles, et je dois au R. P. Düss d'emporter en un seul volume la matière des nombreux ouvrages écrits par ses devanciers. La *Flore phanérogamique des Antilles* n'est pas seulement un travail de compilation : le R. P. Düss a fourni sa contribution très importante d'observations et de découvertes, fruit de recherches poursuivies sur place pendant de longues années.

Le premier chapitre, consacré à une description succincte de la Guadeloupe et de la Martinique, contient en outre un ensemble de renseignements très intéressants sur la distribution des plantes depuis la région maritime jusqu'aux sommets les plus élevés de ces îles volcaniques. Ces considérations, en elles-mêmes très instructives, sont en outre de nature à faciliter les recherches.

M. le professeur Ed. Heckel a très heureusement complété le travail déjà si remarquable du R. P. Düss en y ajoutant, sous forme de notes, un grand nombre d'indications sur l'emploi économique ou médical des plantes.

H. LECOMTE,

Professeur au Lycée Saint-Louis.

4^e Sciences médicales

Leredde (Dr), *Chef de Laboratoire à l'Hôpital Saint-Louis.* — **L'Eczéma, maladie parasitaire.** — 1 fascicule in-8° de 40 pages de l'Œuvre médico-chirurgicale publiée par le Dr Critzmann. Prix : 1 fr. 25. Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1898.

L'eczéma est une lésion plus ou moins étendue de la peau. Il est caractérisé par l'hyperhémie et l'œdème du derme. L'épiderme forme des vésicules, des squames ou des croûtes, d'où la distinction en eczéma vésiculeux et eczéma séborrhéique.

M. Besnier a établi que l'eczéma est tout un groupe d'affections diverses, non classées, qui provoquent les mêmes réactions épidermodermiques; et, pour mieux définir sa pensée, il a décrit non l'eczéma, mais l'eczématisation. De quel ordre sont ces affections diverses? M. Leredde plaide en faveur de leur nature parasitaire et la tendance pathogénique de cette instructive monographie est nettement indiquée par le sous-titre que l'auteur a mis en vedette. Pourquoi l'eczéma est-il une maladie parasitaire? Parce que les vésicules de l'eczéma aigu contiennent toujours des parasites (morocquo de l'Inna), parce que les cultures du morocquo sont inoculables et reproduisent l'eczéma aigu. Toute fissure du tégument peut être le point de départ d'un eczéma. Celui-ci, inoculé en un point quelconque du corps, s'auto-inocule en des régions voisines ou éloignées avec facilité. Il est même quelquefois contagieux.

Le morocquo de l'Inna est le parasite qui se trouve le plus fréquemment, isolé ou associé à d'autres microbes, dans les vésicules de l'eczéma aigu ou chronique. C'est un coccus, de dimensions variables, dont les éléments se groupent diversement et ont une tendance à former des amas muriformes. Il colonise dans la peau à la faveur de modifications antérieures; aussi l'eczéma complique-t-il souvent des lésions prurigineuses (prurigo de Hebra) ou séborrhéiques (séborrhée grasse de Sabouraud). Il peut être favorisé par des lésions qui altèrent le trophisme de la peau (varices). Les dermatites artificielles, même latentes, dues à un grand nombre d'agents physiques ou chimiques, depuis les cosmétiques jusqu'aux médicaments, peuvent être une cause d'appel de l'eczéma. Enfin, les états névropathiques ou diathésiques (goutte, diabète), certains états malades des viscères et principalement de l'intestin, offrent des conditions propices à l'évolution de l'eczéma.

M. Leredde fait une étude très intéressante des rapports des eczémats avec diverses affections cutanées (gale, prurigo). Il montre que les perturbations nutritives, les troubles gastriques, les modifications urinaires, qui sont le reflet des altérations de l'activité cellulaire, jouent un rôle important dans la pathogénie de l'eczéma, qui, bien souvent, ne s'établit que consécutivement à ces troubles. Il en résulterait dans nombre de cas que l'eczéma ne serait qu'une affection secondaire, une sorte de complication survenue dans un état dermopathique commandé par des causes plus générales.

L'étude des symptômes cliniques a été faite avec soin. L'eczéma aigu, après quelques phénomènes généraux prodromiques, se manifeste par une sensation prurigineuse qui devance l'apparition d'une rougeur plus ou moins étendue, et d'œdème. Celui-ci déforme souvent les régions dont il est le siège (paupières, oreilles, doigts). Puis surviennent des vésicules parfois si petites qu'elles sont presque imperceptibles; leur rupture amène un suintement d'un liquide jaune, albumineux, qui, se desséchant, forme des croûtes molles et jaunes. Celles-ci finissent par ne plus se reformer pendant que tous les symptômes précédents disparaissent peu à peu; et sur les régions atteintes apparaît un épiderme mince, lisse, qui, après s'être recouvert à plusieurs reprises de squames, reprend l'aspect normal. Dans l'eczéma chronique (et souvent il s'établit d'emblée), on n'a plus la succession régulière des mêmes symptômes; toutes les lésions se confondent; ici, l'on constate les altérations

initiales, là des lésions déjà réparées. Dans cette forme, les modifications du derme sont plus profondes. Elles amènent une sclérose dermique très accusée, qui caractérise l'eczéma lichémoïde.

Il arrive très fréquemment que l'eczéma soit combiné à une infection secondaire. On a une affection mixte dans les effets de laquelle il est très malaisé de différencier ce qui revient à chacune des causes pathogéniques. Les pages consacrées par M. Leredde aux eczémats séborrhéiques montrent la difficulté de la classification de ces manifestations morbides et leur variété; et, dans l'espèce, on trouve encore de nouveaux obstacles dans la facilité avec laquelle l'eczéma est modifié dans son aspect suivant les régions du corps qu'il occupe. M. Leredde fait d'ailleurs une description différentielle de ces diverses formes régionales des eczémats. Après un chapitre de diagnostic, il expose les indications et le détail des procédés thérapeutiques.

Malgré les limites restreintes qui lui étaient imposées, M. Leredde a su faire une monographie très personnelle, qui met au point et éclaire une des questions les plus embrouillées de la dermatologie.

Dr A. LÉTIENNE.

Monod (Ch.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, Membre de l'Académie de Médecine, et Vanverts (J.), *Interne des Hôpitaux.* — **L'Appendicite.** — 1 vol. de 196 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. Prix broché : 2 fr. 50; cartonné : 3 fr. G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris, 1898.*

L'ancienne typhlite a vécu; on sait aujourd'hui d'une façon certaine que les phénomènes morbides qui la caractérisaient sont sous la dépendance de l'inflammation de l'appendice. Le livre que MM. Ch. Monod et J. Vanverts viennent de consacrer à l'histoire de l'appendicite est le résultat de cette constatation faite aujourd'hui par la presque unanimité des médecins. Les lésions du cæcum, qui accompagnent ou précèdent celles de l'appendice, ne jouent qu'un rôle secondaire dans la physiologie générale de la maladie qui, malgré ses modalités cliniques, reste une dans son évolution et sa physiologie pathologique.

Nous ne suivrons pas MM. Ch. Monod et Vanverts dans l'exposé si clair qu'ils ont fait de la nosographie de l'appendicite. Aussi bien ne peut-on résumer et faut-il lire ces pages qui représentent la substance d'un nombre considérable de travaux et sont le fruit d'une longue expérience personnelle.

Dr GABRIEL MAURANGE.

5^e Sciences diverses

La Grande Encyclopédie, Inventaire raisonné des Lettres, des Sciences et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 578^e, 579^e, 580^e et 581^e livraisons. (Prix de chaque livraison : 1 fr.; prix du volume broché : 25 fr.) Bureaux : 61, rue de Rennes, Paris.

Dans les dernières livraisons de la *Grande Encyclopédie*, nous signalerons tout particulièrement un intéressant article de M. E. Babelon, membre de l'Institut, sur la *monnaie*. Qu'est-ce que la monnaie, quelle est son origine, son étymologie, sa valeur aux différentes époques, depuis l'antiquité jusqu'à nos jours, dans tous les pays du monde, son mode de fabrication, quel est son rôle, qu'entend-on par monométallisme et bimétallisme, etc.? Telles sont les questions qui ont été traitées. L'intérêt de l'article s'augmente encore des nombreuses illustrations qui l'accompagnent. Nous remarquons encore une étude tératologique documentée sur les *monstres*, par M. le Dr Ladoy, la monographie de *Montenegro*, par M. A. Giron, les biographies de *Montgolfier*, par M. Léon Sagnet, de *Montaigne* et de *Montesquieu*, par M. A. Gazier, de *Montyon*, par M. Ruysens, de *Monroe* (avec l'exposé de la doctrine qui porte son nom), par M. A. Moreau.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 Septembre 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Sy communique ses observations de la planète Wirt (1898, août 14), faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial codé de 0^h31^m8.
— M. Gruy présente ses observations de la planète DQ Wirt, 1898, août 14, faites à l'Observatoire de Besançon, à l'équatorial codé. La planète est approximativement de onzième grandeur.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Vigouroux a obtenu, par l'action du silicium sur l'oxyde de tungstène au four électrique, un siliciure de tungstène Si^3W^4 , cristallisé, de couleur gris d'acier, de densité 10,9. Il est attaqué à chaud par le chlore, le brome, l'iode et l'oxygène; les acides n'ont aucune action, ni à froid, ni à chaud; seul le mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique l'attaque violemment, même à froid.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — M. Georges Frona a étudié la structure anatomique de la tige de *Belterave*. La marche des faisceaux foliaires est sinueuse, chaque faisceau persistant durant l'espace de trois entre-nœuds avant de passer dans la feuille. Le mode d'accroissement en diamètre de la tige diffère de celui qu'on connaît dans la racine de la même plante; cet accroissement se produit par le fonctionnement irrégulier de l'assise génératrice normale, qui se déplace vers la périphérie, s'unit à des arcs pérycycloïques formés à l'extérieur des faisceaux libéro-ligneux précédemment formés, puis devient entièrement pérycycloïque. — M. Henri Coupin a déterminé la toxicité des sels de cuivre à l'égard des plantules de blé. Une solution à 0,005333 % de sulfate de cuivre suffit à empêcher la germination du blé. Tous les sels de cuivre étudiés ont, à peu de chose près, la même toxicité; celle-ci est considérable; elle est due évidemment à l'ion cuivre. — M. Fl. Ameghino a étudié le crâne d'un petit Mammifère, trouvé dans le tertiaire de Paraná, et auquel il a donné le nom de *Arhinotemur Sentabrinii*. La forme des incisives, la séparation des branches mandibulaires, la forme élargie du crâne, la disposition des orbites et leur fond osseux complet paraissent indiquer une forme voisine des Lémuriens; mais la courbe oblique vers le bas et en arrière du bord libre des intermaxillaires, ainsi que le faciès général paraissent indiquer aussi des affinités avec les Chauves-souris. Enfin, certains caractères sont propres aux Reptiles, tandis que d'autres n'appartiennent ni aux Mammifères, ni aux Reptiles. — M. Emile Rivière a rencontré, dans les tufs du bois de la Mouthie, dus à la source de la Gaubert, des empreintes de feuilles fossiles. Ces feuilles semblent appartenir à des espèces rencontrées dans le Pliocène de Meximieux et le Miocène du Groënland; mais il serait utile de pouvoir vérifier ces déterminations sur un plus grand nombre d'échantillons.

Séance du 12 Septembre 1898.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Deslandres a observé une aurore boréale à l'Observatoire de Meudon, dans la soirée du 9 septembre. Les rayons avaient une couleur verdâtre, due à la prédominance d'une radiation ($\lambda = 357,10$) qui semble exister dans le spectre du krypton. — M. F. Dussaud s'est proposé d'obtenir en B un relief mobile dont les saillies soient proportionnelles aux variations d'intensité d'un faisceau lumineux A. Le principe du système consiste à décomposer A en faisceaux élémentaires d'intensité variable, frappant successivement des lames séleniées qui, par leur

changement de résistance, déterminent l'envoi de courants électriques proportionnés à un téléphone placé en B. Les vibrations de la membrane du téléphone sont transmises à un système de tiges parallèles dont le mouvement est perçu par les doigts comme un relief mobile. — M. Mourlot a obtenu, cristallisés dans le système cubique, les sulfures de calcium et de strontium, en soumettant à l'action du four électrique soit un mélange de sulfate et de charbon, soit le sulfure amorphe. Les sulfures cristallisés ainsi obtenus sont moins altérables que les sulfures amorphes correspondants, plus difficilement attaquables par les divers réactifs; sous l'action du carbone à très haute température, ils peuvent se convertir en carbures. — M. P. Williams, en soumettant à la température du four électrique un mélange d'acide tungstique, de fer et de charbon, a obtenu un culot métallique de nature assez complexe. Il renferme un carbure de tungstène W_2C , vraisemblablement du carbure W_3C , et, en outre, plusieurs composés doubles de tungstène et de fer, parmi lesquels le carbure $3\text{W}_2\text{C}$, $2\text{Fe}_3\text{C}$, qu'il a pu isoler et étudier. C'est une poudre cristalline, magnétique, de densité 13,4; il est attaqué par le chlore, le brome et l'iode et les acides. — MM. Wyrouboff et A. Verneuil décrivent avec détails un procédé d'extraction industrielle de la thiorine à partir de la monazite; il est basé sur l'emploi de l'eau oxygénée qui précipite dès le début toute la thiorine et une quantité d'impuretés qui ne dépasse pas le tiers de son poids. Il a été expérimenté sur plus de cinq tonnes de monazite à la fois et s'est trouvé très simple, très rapide et peu coûteux. — M. G. André, dans le but de déterminer la constitution des matières humiques naturelles, a cherché les quantités d'azote contenues dans quatre échantillons (terre végétale, terre de bruyère, terrain, tourbe). Les quatre spécimens ont été traités par la potasse et le résidu insoluble par HCl , et vice versa; dans les deux cas on arrive à solubiliser à peu près autant d'azote.

2^{de} SCIENCES NATURELLES. — M. Louis Léger décrit une nouvelle eoccidie à microgamètes pourvus de cils vibratiles; elle habite le tube digestif du *Lithobius hexodus*. Elle rentre, d'après les caractères de ses sporocystes, dans le genre *Echinosporea*; elle diffère de l'*E. Labbei* par la forme ventreuse de ses macrogamètes et de ses ookystes. L'auteur en fait une espèce nouvelle qu'il appelle *Echinosporea ventricosa*. — M. Maige a étudié l'influence de la lumière sur la forme et la structure des rameaux de la Vigne vierge et du Lierre terrestre. 1^{re} La lumière diffuse favorise la formation de rameaux grimpants ou rampants et peut produire la transformation d'un bourgeon florifère en bourgeon grimpant ou rampant. 2^{de} La lumière diffuse agissant sur les rameaux grimpants ou rampants exagère en eux les caractères morphologiques et anatomiques d'adaptation à la vie grimpante ou rampante. 3^{de} La lumière directe produit des effets inverses. — M. Ad. Chatin, après avoir fait remarquer que, dans les années chaudes et sèches, certaines plantes disparaissent des prairies, conseille de composer celles-ci avec des espèces particulièrement résistantes et remontantes, sans toutefois nuire à la finesse du foin. Il y a lieu, en particulier, de faire de larges emprunts à la florule des friches. — MM. Guiffon et Gourrand ont déterminé l'adhérence, sur les feuilles de vigne, des bouillies cupriques utilisées pour combattre les maladies cryptogamiques. Les bouillies, surtout celles à la soude et au savon, doivent être employées aussitôt après leur préparation. Les différentes bouillies peuvent être classées, au point de vue de

l'adhérence, dans l'ordre décroissant suivant : au savon, au bicarbonate de soude, au carbonate de soude, à la chaux et au carbonate de potasse, à la gélatine, à la mélasse. Les bouillies sont, en général, d'autant plus adhérentes qu'elles sont plus rapprochées de la neutralité.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Août 1898.

M. Cadet de Gassicourt présente un rapport sur le concours du Prix Laënnec. — M. E. Javal, ayant critiqué, dans un rapport sur un mémoire de MM. Bruault et Tscherning, les verres isométropes construits par la maison Fischer, s'est vu poursuivre en dommages-intérêts par cette dernière devant les tribunaux. La Cour a estimé « qu'en émettant cette critique à l'Académie de Médecine, M. Javal n'a pas excédé les limites du droit qui appartient à tout membre de cette assemblée de donner, dans un but d'utilité générale, son avis sur une question intéressant la santé publique » ; elle a débouté la maison Fischer de sa demande et l'a condamnée aux dépens. — M. le Dr Clozier lit une note sur le traitement de la streptococcie pulmonaire.

Séance du 23 Août 1898.

M. Chauvel présente un rapport sur un mémoire du Dr Darier relatif à l'emploi du protargol dans le traitement et la prophylaxie de l'ophtalmie purulente. Le protargol (combinaison d'argent à base de protéine) aurait le grand avantage sur le nitrate d'argent de n'être ni irritant, ni caustique. Il a donné de très bons résultats entre les mains du Dr Darier et du Dr Fursi, de Berlin. — M. Hallopeau analyse un mémoire du Dr Clozier. Ce dernier, se trouvant en présence d'un cas grave de streptococcie pulmonaire, a eu recours, pour le combattre, à l'inoculation du sérum de Marmorek. Celui-ci a été bien supporté, malgré l'existence d'un état général grave. Il est à désirer que de nouvelles tentatives soient faites dans la même direction ; les résultats permettraient de mieux juger l'efficacité de la méthode. — M. Panas décrit, sous le nom de kératocomie totale combinée, une opération qui permet de conserver l'œil dans les cas de staphyloome cornéen ou de glaucome chronique absolu et incurable. Cette opération est destinée à remplacer l'enucléation, à laquelle on recourait uniquement autrefois par crainte d'ophtalmie sympathique. Le moignon qui reste est un peu plus petit que l'œil normal, mais la différence est difficile à saisir pour une personne non prévenue. — M. Suarez de Mendoza lit un mémoire sur une nouvelle méthode de taille hypogastrique.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Juillet 1898.

M. Chauveau communique à la Société quelques résultats des recherches qu'il poursuit depuis plusieurs années au Bureau central météorologique et au sommet de la Tour Eiffel sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique : 1° Au Bureau central, pour l'ensemble de l'année, on retrouve assez nettement la loi de variation généralement admise, c'est-à-dire une oscillation double avec deux maxima (de 6 heures à 8 heures du soir, suivant la saison, et de 7 heures à 10 heures du matin) et deux minima, l'un dans l'après-midi, l'autre pendant la nuit. L'heure de ce dernier varie peu et reste comprise entre 3 h. 30 et 4 h. 30 du matin. 2° Mais l'allure de cette variation, considérée d'une part pendant la saison froide, de l'autre pendant la saison chaude, présente deux types très différents. Pendant l'été, le minimum correspondant aux heures chaudes du jour s'exagère et l'importance de beaucoup sur le minimum de nuit ; celui-ci reste néanmoins accentué, de telle sorte que la double oscillation apparaît très nette. En hiver, le minimum de jour est peu

accusé ; le maximum du matin se dessine à peine, et l'allure générale de la variation se rapproche d'une oscillation simple, avec un maximum de jour et un minimum de nuit. 3° La variation diurne observée au sommet de la Tour Eiffel pendant les mois d'été est entièrement différente de la variation correspondante au voisinage du sol. L'oscillation est sensiblement simple, avec un maximum de jour et un minimum de nuit, et présente la plus grande analogie avec la variation près du sol pendant l'hiver. Ces résultats, rapprochés du fait bien connu de la diminution du potentiel diurne moyen pendant la saison chaude, de son accroissement pendant la saison froide, concordent remarquablement avec les idées émises par Peltier sur l'électrisation négative des vapeurs qui, s'élevant du sol, diminuent d'autant plus le potentiel observé près de sa surface que leur masse est plus grande au-dessus du point d'observation. 4° Quant à la détermination précise de la loi de la variation diurne, la remarque suivante paraît enlever toute valeur aux observations faites à l'intérieur d'une ville : *La variation diurne observée au Collège de France n'est pas la même que celle qui a été constatée au Bureau central.* Pendant l'été notamment, le caractère de la variation au Collège de France est absolument spécial et diffère de tous les résultats obtenus jusqu'ici. 5° Pour être assuré de se soustraire à des influences locales dont l'effet peut être aussi grand, il semble nécessaire d'observer en pleine campagne, dans un endroit bien découvert. Un enregistreur a été récemment installé à Trappes, à l'Observatoire de Météorologie dynamique fondé par M. Teisserenc de Bort. Le réservoir à écoulement est situé au sommet d'un pylône en bois de 20 mètres de hauteur. La situation semblait exceptionnellement bonne ; malheureusement, le passage de trains très nombreux sur la ligne de l'Ouest, distante d'environ 300 mètres, apporte dans les mesures de graves perturbations par les fumées et les jets de vapeurs électrisées que les machines jettent en passant dans l'atmosphère. M. H. Pellat insiste sur l'intérêt des expériences faites à Trappes par M. Chauveau et, en particulier, sur l'observation de l'influence des fumées et vapeurs du chemin de fer sur le régime de l'électricité atmosphérique. Le phénomène d'Armstrong ainsi observé en grand fournirait sans doute une explication très vraisemblable des différences considérables que l'on trouve souvent pour les variations du potentiel de l'atmosphère, même dans des lieux d'observation peu éloignés l'un de l'autre. M. Lemoine rappelle que des observations nombreuses et suivies sur l'électricité atmosphérique ont été faites à l'Observatoire de Perpignan. Étant donnée la situation très favorable de cet établissement pour des études de ce genre, il pense que l'ensemble des résultats qui y ont été obtenus se voit, en grande partie, exempt des reproches faits par M. Chauveau aux documents fournis, sur le même sujet, par la plupart des autres observatoires. M. Chauveau répond que, sans être absolument à l'abri de toute critique, la série des observations faites à Perpignan est une des meilleures. Mais la différence entre les régimes d'été et d'hiver y est moins accusée qu'à Paris. Il y a là, d'ailleurs, un fait général : cette différence s'atténue à mesure qu'on va vers des régions plus uniformément chaudes où les écarts de température entre l'été et l'hiver sont moins accusés. — MM. Baillaud et Fery : *Nouvelle méthode pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur.* Les champs tournaient, obtenus si aisément par la superposition de deux ou plusieurs courants alternatifs ayant une différence de phase convenable, ont semblé aux auteurs présenter un certain nombre d'avantages pour mesurer quelques constantes physiques et, en particulier, l'équivalent mécanique de la calorie. L'appareil qu'ils ont réalisé pour déterminer E se compose essentiellement d'un cylindre de cuivre rouge placé au centre d'un anneau recevant les courants biphasés d'une petite machine Gramme alternative dite « auto-excitatrice ». Le cylindre de cuivre est fixé à l'extrémité du fil au

d'une balance très sensible, son axe parallèle au couteau. Dans ces conditions, le couple auquel est soumis le cylindre métallique est mesuré par les poids qu'il faut placer ou retirer du plateau, fixé à l'autre extrémité du fléau, pour rétablir l'équilibre. Une double enveloppe, parcourue par un courant d'eau rapide, évite le rayonnement de l'anneau sur le cylindre en réalisant une enceinte à température constante. De cette manière, la correction de refroidissement se fait dans d'excellentes conditions, toutes les pièces de l'appareil étant immobiles. La température du cylindre est connue à chaque instant par un thermomètre ajusté dans sa masse, et celle de l'enceinte par la température de l'eau à la sortie, température qui n'a jamais été supérieure de plus de 0°,1 à celle de l'entrée. La conduite de l'expérience est très simple : la balance étant en équilibre, on lance le courant; pour retrouver l'horizontalité du fléau, il faut ajouter ou retrancher (suivant le sens de la rotation du champ) un poids p dans la balance. Le moment du couple est donc $p \times l$, en désignant par l la distance entre le couteau central de la balance et celui qui porte le plateau; quant au travail, il sera $W = 2\pi n p l t$, si n est le nombre de tours effectués par unité de temps. On observe, d'autre part, que le thermomètre s'est élevé de θ_1 à θ_2 pendant ce même temps t , et que, pour se refroidir entre les mêmes limites de température, il met un temps t' . La perte par rayonnement pendant le temps t est donc :

$$\frac{t \times \left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \right)}{t'}$$

L'élévation vraie est, dans ces conditions :

$$(\theta_2 - \theta_1) + \frac{t}{t'} \left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \right) = \Theta.$$

et la quantité de chaleur développée :

$$Q = PC\Theta;$$

ce qui donne :

$$E = \frac{W}{Q} = \frac{2\pi n p l t}{PC\Theta}.$$

Les intervalles t et t' doivent être pris assez petits pour que la marche du thermomètre puisse être considérée comme linéaire entre ces limites. Les erreurs se sont élevées à 1 % avec cet appareil d'essai; nous espérons que les modifications de détails qui nous sont dictées par ces premières expériences permettront d'augmenter considérablement la précision.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 8 Juillet 1898.

M. Mouneyrat annonce que la méthode de bromuration qu'il a proposée dans la série de l'éthane, appliquée au bromure de propyle, lui a donné de très bons résultats : 1° le bromure de propyle ($\text{C}_3\text{H}_7 - \text{Br}$), chauffé avec la quantité théorique de brome et 20 % de son poids de bromure d'aluminium, dans le but de préparer $\text{C}_3\text{H}_5 - \text{CHBr} - \text{CH}_2\text{Br}$, lui a donné un rendement de 92 à 93 % du rendement théorique en bromure de propylène $\text{C}_3\text{H}_5 - \text{CHBr} - \text{CH}_2\text{Br}$; 2° ce bromure de propylène, traité de la même façon, a fourni $\text{C}_3\text{H}_4 - \text{CHBr} - \text{CHBr} - \text{CH}_2\text{Br}$ (75 % du rendement théorique) et $\text{C}_3\text{H}_3\text{Br} - \text{CHBr} - \text{CH}_2\text{Br}$ (environ 10 % du rendement théorique); 3° $\text{C}_3\text{H}_3 - \text{CHBr} - \text{CHBr} - \text{CH}_2\text{Br}$ et $\text{C}_3\text{H}_2\text{Br} - \text{CHBr} - \text{CH}_2\text{Br}$, bromés de la même façon, lui ont fourni tous deux le même corps $\text{C}_3\text{H}_2\text{Br} - \text{CHBr} - \text{CHBr} - \text{CH}_2\text{Br}$ (70 % du rendement théorique); 4° $\text{C}_3\text{H}_2\text{Br} - \text{CHBr} - \text{CHBr} - \text{CH}_2\text{Br}$, soumis également à l'action du brome en forme de bromure d'aluminium, lui a donné un pentabromopropional liquide $\text{C}_3\text{H}_2\text{Br}_5$. — M. G. Urbain expose ses recherches sur la limite inférieure de fractionnement de poids atomique 97, obtenue par MM. Schützenberger et Bou-

douard : il expose les expériences qui lui ont permis de scinder nettement cette matière en yttrium, à poids atomique 89, à oxyde blanc, et terbines dont le poids atomique maximum fut trouvé égal à 151,4. — M. Blanc présente une note sur la constitution de l'acide camphorique née de considérations sur l'oxydation de l'acide isolauroonique. — M. V. Thomas, en faisant réagir le chlorure ferrique sur le dibromobenzène 1,4, a pu obtenir le déplacement partiel du brome par le chlore; on obtient ainsi toute une série de composés correspondant à la formule $\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}_2$. L'auteur a étudié le dérivé pentachloré C_6HCl_5 qui fond à 228° et cristallise en longues aiguilles. — M. Béhal présente une note de M. Villiers sur la recherche et la séparation des terres de la magnésie et de l'oxyde de manganèse en présence des acides formant avec ces bases des sels insolubles.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES

C. Chree, F. R. S. : Expériences sur les baromètres anéroïdes à l'Observatoire de Kew. — Le mémoire de l'auteur repose sur deux espèces de données. Les premières sont les erreurs observées à l'Observatoire de Kew sur 300 baromètres anéroïdes environ. Ceux-ci ont été soumis à l'épreuve ordinaire, qui consiste à abaisser ponce par ponce la pression à laquelle l'anéroïde est soumis jusqu'à la plus basse pression dont on désire la vérification, puis à augmenter la pression de la même manière jusqu'au retour à la valeur originale. Des lectures sont faites à chaque ponce pendant l'abaissement et le relèvement de la pression, et leur comparaison avec les indications correspondantes d'un baromètre à mercure constitue la table de corrections. Les secondes données résultent d'expériences spéciales faites à Kew depuis trois ans et portant sur les phénomènes qui accompagnent la vérification des baromètres.

L'anéroïde est un instrument qui montre une réaction élastique postérieure souvent remarquable. Lorsqu'on abaisse la pression, puis qu'on la maintient constante, l'anéroïde continue à descendre, et lorsqu'on rétablit la pression à sa valeur originale, l'anéroïde indique d'abord une pression moindre que la pression originale, puis il y revient peu à peu. Ces faits sont connus depuis longtemps, surtout par les travaux de MM. Balfour Stewart et E. Whympel. L'auteur les a étudiés de plus près.

Il montre comment les différences entre les lectures à pression descendante et ascendante (dans un cycle normal de pressions, comme dans les vérifications de Kew) varient dans toute une série, et comment la somme de ces différences varie d'une série à l'autre. Il recherche comment l'erreur, lorsque la pression est abaissée, varie avec le degré de chute de la pression (quand la chute est régulière), comment la chute de lecture, à une pression stationnaire basse, augmente avec le temps, dépend de la pression et du degré de la chute précédente de pression, et comment le relèvement, après un cycle de pression, progresse avec le temps, et varie avec la nature des changements antérieurs de pression. Enfin, il étudie l'influence des arrêts durant l'abaissement ou l'élévation de la pression et l'action de la température. Plusieurs des anéroïdes employés aux expériences ayant servi pendant près de trois ans, il faut encore tenir compte de la variation séculaire du zéro et des modifications des propriétés élastiques et réactionnelles.

L'auteur est parvenu à exprimer ses résultats par des formules algébriques ou exponentielles. Il en a déduit une théorie, un peu empirique, des phénomènes, qui le conduit à faire dépendre de trois constantes arbitraires la façon dont un baromètre anéroïde se comportera dans une vérification à Kew. Une de ces constantes varie avec l'anéroïde; elle est déterminée par la valeur de la somme des différences entre les lectures

descendantes et ascendantes dans une série convenable. Les deux autres constantes dépendent de la longueur du repos à la pression la plus basse de la série et de la relation entre les degrés d'abaissement et de relèvement de la pression. Les résultats calculés sur cette base concordent avec les vérifications faites à Kew.

Pour conclure, l'auteur attire l'attention sur les défauts des baromètres anéroïdes. Il espère que la connaissance croissante de ces défauts permettra d'élaborer des règles fixes pour le rejet des anéroïdes et favorisera le perfectionnement de ces instruments par les fabricants. Ceux-ci en ont maintenant les moyens à leur disposition : ils n'ont plus qu'à les utiliser.

Forsyth (R.-W.) et Sower (R.-J.) : Sur la preuve photographique de l'existence réelle des tons de combinaison. — Les expériences des auteurs ont eu pour but de mettre en évidence, par le moyen de la photographie, l'existence réelle des tons qui résultent de la différence ou de l'addition d'autres tons.

Voici le dispositif employé : les notes étaient produites par une sirène à air de Helmholtz, placée entre un grand résonateur de König, accordé à 64, et un tube pyramidal en bois; l'extrémité étroite de la pyramide débouchait devant une pièce carrée de bois, fixée à l'une des branches d'un diapason. À l'autre branche, était attaché un petit miroir de même poids, faisant partie d'un système destiné à produire les bandes d'interférence de Michelson. Le diapason était comparé avec un étalon et arrangé de manière à avoir une fréquence de 64. La lumière employée était une lumière bleue, obtenue en faisant passer un faisceau de lumière électrique à travers une solution ammoniacale de sulfate de cuivre. Les bandes brillantes et obscures ainsi produites étaient photographiées sur une pellicule sensible, s'enroulant sur un tambour. À l'état normal, elles étaient parfaitement immobiles et produisaient sur la pellicule tournante une série de lignes parallèles.

Si l'on produit alors un ton de 64 vibrations dans l'appareil, le miroir est mis en mouvement par résonance et les bandes exécutent des mouvements harmoniques autour de leur position moyenne, avec une fréquence de 64. Si l'on photographie alors les bandes sur la pellicule tournante, on obtient une série de lignes sinusoïdales. On peut facilement prouver que ces courbes correspondent à une note de 64 vibrations par seconde, en partant du nombre de courbes, de leur longueur d'onde et de la circonférence du tambour.

Pour photographier les tons de combinaison, il est préférable de se servir de plaques, qui présentent plusieurs avantages sur les pellicules. Les auteurs ont obtenu un ton par différence de 64 au moyen de deux notes, ayant respectivement 254 et 320 vibrations, et produites au moyen de la sirène de Helmholtz. Les deux tons, produits séparément dans l'appareil, n'ont aucune action sur le diapason résonateur et les bandes restent parfaitement immobiles. Mais si on les produit ensemble, le miroir se met en mouvement et on obtient la photographie des courbes de fréquence 64. Ces courbes ne sont pas parfaitement régulières; cela tient à ce qu'il est difficile de maintenir constante la hauteur des notes produites par la sirène et qu'à certains moments il s'ajoute alors des vibrations forcées à la vibration naturelle du diapason. Mais la réalité du ton de différence n'en est pas moins clairement mise en évidence.

Pour obtenir les tons par addition, les auteurs se sont servis des rangées de trous 9 et 12 de la boîte supérieure de la sirène double de Helmholtz. Pour un ton par addition de 64, on voit que le disque doit tourner $\frac{64}{9+12} = 3,048$ fois par seconde.

Les photographies obtenues avec cette vitesse de disque montrent bien l'existence des courbes de fréquence 64. Les prévisions des auteurs se trouvent donc complètement vérifiées.

2^e SCIENCES NATURELLES.

George J. Burch : La cécité temporaire artificielle pour les couleurs. Examen des sensations colorées de 109 personnes. — En exposant l'œil pendant un temps suffisant à la lumière éblouissante du soleil, au foyer d'une lentille et derrière des écrans transparents convenablement choisis, il est possible de produire sur toute la rétine un état temporaire de cécité des couleurs.

Avec une lumière rouge, l'observateur est, pour quelques minutes, complètement aveugle au rouge : des geraniums écarlates lui paraissent noirs; des roses, bleues; des fleurs jaunes prennent diverses nuances vertes, des fleurs pourpres semblent violettes.

La cécité pour le violet peut être produite en utilisant une solution de sulfate de cuivre ammoniacal. Pendant qu'elle dure, des laines violettes apparaissent noires et des fleurs pourpres, cramoisies; le feuillage vert semble d'une teinte plus riche. La disparition de la cécité au violet est très lente.

La cécité au vert s'obtient en exposant l'œil à la lumière à travers trois épaisseurs de verre vert. L'aspect de la campagne durant cette condition est celui d'un tableau peint au vermillon, blanc de cécuse et outremer différemment mélangés.

La cécité au pourpre peut être produite par une combinaison de pellicules peintes avec des violets magenta et d'aniline, qui absorbent le vert. Durant la cécité au pourpre, la vision est pratiquement monochromatique, aucune couleur n'étant visible, excepté le vert.

Si un œil est aveugle au pourpre et l'autre au vert, l'observateur voit tous les objets dans leurs couleurs naturelles, mais avec une perspective exagérée due à la difficulté de combiner les images perçues par un œil avec celles reçues par l'autre.

Si l'œil est exposé à l'une des couleurs du spectre d'un grand spectroscopie dirigé vers le soleil, puis assujéti ensuite à regarder le spectre entier, il se produit des phénomènes remarquables. Les parties suivantes du spectre : le rouge de A à B, le vert dans les environs de E, le bleu entre F et G et le violet autour de H, produisent, en particulier, des résultats bien définis et caractéristiques : 1^o dans chaque cas, toute sensation directe de la couleur qui a servi à fatiguer l'œil a disparu; 2^o cette même couleur produit une réaction positive par laquelle la teinte des autres couleurs est modifiée si elles sont relativement faibles, mais qui est insignifiante si elles sont brillantes; 3^o l'abolition temporaire d'une sensation colorée quelconque est sans effet sur l'intensité des sensations colorées restantes; 4^o chacune des deux ou des trois de ces quatre sensations colorées peut être simultanément ou successivement supprimée; 5^o la cécité au rouge est très fugitive; celle au vert dure plus longtemps; la cécité au bleu est encore plus puissante et persistante; enfin, celle au violet est la plus forte et dure très longtemps. À mesure que l'aveuglement disparaît, la sensation colorée revient, mais la cécité est devenue insensible bien avant que la sensation colorée soit entièrement rétablie; 6^o pendant l'éblouissement de l'œil, l'observateur est conscient du progrès de la variation, mais il ne se fait une idée complète de sa cécité colorée qu'en examinant un spectre moins fortement illuminé.

Si les expériences précédentes sont faites avec un spectroscopie à grande dispersion, on observe les effets suivants : dans la cécité au vert, le rouge paraît se relier au bleu vers le milieu du champ. Le point de jonction de ces deux couleurs peut varier considérablement suivant que l'œil a été plus ou moins exposé au rouge qu'au bleu; la lumière violette n'a alors aucun effet. Durant la cécité au bleu, ce sont le vert et le violet qui se recouvrent; l'exposition à la lumière verte repousse la jonction vers le vert et *vice versa*; la lumière rouge n'a aucune influence. Le phénomène de vacillement, visible entre le rouge et le vert, le vert et le bleu, le

bleu et le violet d'un spectre normal brillant s'observe aussi à la jonction du rouge et du bleu dans la cécité au vert, du vert et du violet dans la cécité au bleu. L'auteur est parvenu, en outre, par une exposition de trois minutes à la lumière située entre A et K, à aveugler l'œil pour le violet sans affecter le bleu, dont la couleur réelle est alors seule vue. L'auteur conclut qu'aucune sensation colorée ne se rattache aux autres dans le sens indiqué par Hering. Chacune peut être supprimée, sans diminuer ou renforcer les autres. Les faits s'accordent mieux avec la théorie de Young-Helmholtz, mais ils impliquent l'existence d'une nouvelle sensation colorée, le bleu.

L'auteur termine son mémoire par les résultats de l'examen des sensations colorées de 109 personnes. En les rendant successivement aveugles à diverses couleurs, il leur fait déterminer dans le spectre la limite de ces couleurs, d'abord en allant du rouge au violet, puis en revenant du violet au rouge. Les personnes observées se subdivisent en deux classes : celles dont les sensations colorées se superposent, et celles dont les sensations colorées ne se superposent pas, c'est-à-dire pour lesquelles les changements de couleur ont lieu au même endroit, qu'elles aillent du rouge au violet ou du violet au rouge.

Karl Pearson, F. R. S. : Contributions mathématiques à la Théorie de l'Évolution. La loi de l'hérédité ancestrale. — Dans son mémoire sur l'hérédité naturelle, M. Francis Galton a mis deux points particuliers en relief :

a) Une théorie de la régression, qui détermine la proportion moyenne de chaque caractère qui s'hérédite pour chaque degré de parenté. Cette théorie est très simple : si la moyenne des fils d'un père quelconque possède une partie w de la déviation du père par rapport au père moyen, le petit-fils moyen possèdera la partie w^2 de cette déviation, et ainsi de suite. L'hérédité collatérale se déduit de cela : pour deux frères, elle est égale à $2w$. La valeur de w , d'après M. Galton, est $1/3$;

b) Une loi de l'hérédité ancestrale, d'après laquelle les deux parents contribuent pour $1/4$, les quatre grands-parents pour $1/8$, les huit grands-grands-parents pour $1/16$, et ainsi de suite à l'héritage total du descendant moyen.

M. Pearson, dans un mémoire de 1895, partant de la théorie générale de la corrélation multiple, suppose que le coefficient d'hérédité est une quantité qui peut être déterminée par l'observation directe pour chaque paire d'individus en question et pour chaque caractère. En appliquant cette conception aux données de M. Galton, il lui sembla que l'hérédité fraternelle ne peut pas être le double de l'hérédité filiale. Mais si l'hérédité est une chose déterminable par l'observation et si l'y a pas de relation numérique entre l'hérédité directe et collatérale, la loi de l'hérédité ancestrale doit être abandonnée. C'est à cette conclusion que l'auteur arriva.

Mais la publication récente du remarquable mémoire de M. Galton sur l'hérédité ancestrale chez les chiens bassets vient de ramener l'attention sur la question. Si la loi est exacte, la solution du problème de l'hérédité est ramenée à celle d'une série infinie d'équations linéaires. Or, les résultats du calcul concordent bien avec les dernières observations de M. Galton ; en particulier, la régression fraternelle n'est plus le double de la régression filiale, mais elle a la valeur $0,3881$, qui s'accorde avec les conclusions du mémoire de 1895 de l'auteur. En résumé, si l'on rejette les relations premières de régression de M. Galton et qu'on se base seulement sur la loi de l'hérédité ancestrale, la théorie générale de l'hérédité devient simple et claire, et s'accorde avec les mesures quantitatives.

L'auteur pense qu'on peut beaucoup généraliser cette loi de l'hérédité ancestrale. Modifiant la définition du parent moyen de M. Galton, il considère le moyen-^{sème} parent, une sorte de moyenne de la suite des ancêtres de la $s^{\text{ème}}$ génération, et il admet que la contri-

bution du moyen-^{sème} parent sur le rejeton est dans un rapport constant avec celle du moyen- $(s + 1)^{\text{ème}}$, quelle que soit la valeur de s . D'après cette loi, l'hérédité tout entière dépend d'une simple constante γ , le coefficient d'hérédité : γ varie d'un organe à un autre, d'une race à l'autre. Il peut être soumis à la sélection, si l'hérédité n'est pas considérée *a priori* et comme antérieure à toute évolution par la sélection naturelle. D'après les idées de M. Galton, $\gamma = 1$; c'est peut-être réellement le cas, mais cela n'est pas nécessaire à la théorie et cela ne s'accorde pas avec tous les faits déjà observés.

Etant donnée la loi précédente, on en tire facilement les résultats suivants : 1° les valeurs de tous les coefficients de corrélation et de régression entre un couple quelconque de relations, c'est-à-dire l'hérédité à tous les degrés de parenté (l'auteur en donne le tableau dans son mémoire) ; 2° la valeur de la stabilité qui résulte de tout procédé long ou court d'élevage sélectionné et la variabilité de la race ainsi établie ; 3° la loi de l'hérédité croisée, c'est-à-dire le degré de relation de deux organes différents (l'auteur montre que le coefficient d'hérédité croisée pour chaque paire d'organes à tout degré de parenté est égal au produit du coefficient d'hérédité directe à ce degré par le coefficient de corrélation organique) ; 4° la simple panmixie, sans action de la sélection naturelle, ne peut pas conduire à la dégénération.

Il est intéressant de remarquer que la théorie ancestrale de l'hérédité est incompatible avec la théorie du plasma germinatif de Weissmann. D'autre part, elle ne donne aucune solution à la question de l'hérédité des caractères acquis. En somme, la loi de Galton est destinée à prendre dans l'avenir une aussi large place dans la théorie de l'évolution que la loi de la gravitation dans la théorie des planètes. C'est la base quantitative sur laquelle devra reposer le darwinisme, c'est-à-dire l'évolution des espèces par la sélection naturelle combinée avec l'hérédité.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 16 Juin 1898 (suite).

M. Lowry : Nitrocamphe et ses dérivés ; formes isodynamiques du nitrocamphe. — MM. T.-B. Wood, T.-N. Spivey et T.-H. Easterfield : Recherches sur le cannabinoïl et ses dérivés. — M. William-A. Bone décrit une forme nouvelle d'un appareil pour l'analyse des gaz. — MM. William-A. Bone et John Wilson ont observé que la lumière exerçant une action décomposante sur l'acétylène. Ce gaz, exposé au soleil, ne tarde pas à laisser un dépôt dans les tubes en même temps qu'on remarque une diminution notable du volume primitif. Le dépôt, insoluble dans l'acide nitrique et les acides, ne se décompose pas à 270° ; les auteurs, qui se proposent de continuer leurs travaux, pensent qu'il est composé d'hydrocarbures très stables. — MM. James Walker et John-K. Wood font une communication sur la solubilité des substances isomères. — MM. Arthur Lapworth et Charles Mills : Remarques sur la nitrification et la substitution des nitrocomposés. — MM. A. Lapworth et F. Stanley Kipping, F. R. S., décrivent la préparation et les différentes propriétés de l'acide hydroxydibromocamphe-sulfonique dont la formule est $C^{10}H^{14}Br_2SO_3$. — MM. Stanley Kipping, F. R. S., et William-J. Pope : Note sur l'énantiomorphisme. — M. A.-G. Perkin a réussi à isoler plusieurs dérivés azobéniques de la chrysoïne, de l'exanthone, de la gentisine et de la morine. Il décrit les propriétés et les formules de ces différents composés. — Dans une deuxième communication, le même auteur expose le résultat de ses travaux sur les corps constituant la matière colorante rouge, appelée le Waros indien et tirée de la *Flemingia congesta*. — MM. G. Dickson et T.-H. Easterfield : Sur l'oxydation du charbon au moyen de l'acide nitrique fumant.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHREUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

La chaleur spécifique des métaux aux basses températures. — M. le Professeur Throwbridge¹ vient de publier le résultat de ses déterminations de la chaleur spécifique des métaux aux basses températures, déterminations qui auront une très grande valeur pour les physiciens.

Il s'est d'abord servi d'air liquide pour abaisser la température des métaux employés, mais il remarqua que, lorsque ce corps est maintenu à l'état d'ébullition, il perd d'abord son azote et s'enrichit en oxygène, ce qui fait varier la température. Il s'adressa donc ensuite uniquement à l'oxygène liquide dont le point d'ébullition est fixe et situé à $-181^{\circ},4$. La méthode calorimétrique utilisée a été la méthode ordinaire des mélanges, avec quelques précautions spéciales destinées à assurer une exactitude absolue. Voici les résultats obtenus pour le cuivre, le fer et l'aluminium :

MÉTAL	CHALEUR SPÉCIFIQUE entre $-181^{\circ},4$ et 13° C.
Cuivre	0,0868
Fer	0,0914
Aluminium	0,1833

L'auteur a déterminé à nouveau la chaleur spécifique de ces métaux aux températures ordinaires et a obtenu les résultats suivants :

MÉTAL	CHALEUR SPÉCIFIQUE entre 23° et 100° C.
Cuivre	0,0940
Fer	0,1162
Aluminium	0,2173

Les différences entre ces deux séries de mesures sont considérables :

MÉTAL	DIFFÉRENCE absolue	DIFFÉRENCE p ^r cent
Cuivre	0,0072	7,6 %
Fer	0,0248	21,3 %
Aluminium	0,0340	13,7 %

¹ *Science*. vol. VIII, n° 183, p. 6.

Comme elles lui paraissaient extraordinaires, M. Throwbridge a refait plusieurs fois ses déterminations, mais il est arrivé à cette conclusion que ses résultats étaient bien exacts; les erreurs d'expériences seraient tout au plus de l'ordre du centième.

L'auteur ne donne pas d'explication du fait qu'il a mis au jour, mais sa découverte nous conduira probablement à modifier beaucoup nos idées sur les propriétés physiques des métaux.

La valeur de l'ampère. — Le Comité nommé par l'Association américaine pour l'Avancement des Sciences, en vue de procéder à une nouvelle détermination de l'ampère, vient de faire connaître le résultat de ses recherches.

On sait que l'équivalent mécanique de la chaleur, déterminé par Griffiths, puis par Schuster et Gannon au moyen de la méthode électrique, diffère d'environ

$\frac{1}{400}$ du résultat corrigé de Rowland. L'énergie étant de la dimension de C²R, il était naturel de croire plutôt à une erreur dans la détermination de l'ampère que dans celle de l'ohm, car une petite erreur du premier se trouvait doublée dans la mesure de l'énergie. D'ailleurs, dans la détermination de l'ohm, l'habileté expérimentale semble avoir été portée, pour le moment, à ses extrêmes limites, et il n'existe pas de différences de l'ordre ci-dessus entre les résultats des divers observateurs. C'est ce qui avait rendu nécessaire une nouvelle détermination de l'ampère.

La valeur de celui-ci résultait de la relation entre les indications d'un électro-dynamomètre et le poids d'argent déposé dans un voltamètre. Le principal perfectionnement réalisé par le Comité dans la méthode de procéder est la suspension de la bobine du dynamomètre par des bandes de bronze phosphoré au lieu d'une suspension bifilaire. La constante de torsion des lames de bronze peut être mesurée très exactement, indépendamment du dynamomètre.

Le résultat obtenu a été le dépôt, à partir d'une certaine solution de nitrate, de 0,001192 gramme d'argent par ampère et par seconde, au lieu de 0,001118 gramme, valeur admise par Lord Rayleigh, mais à un millièème près seulement. Le nouveau résultat fait disparaître la

différence qui existait entre les valeurs de l'équivalent mécanique de la chaleur, obtenues par les méthodes électriques et mécaniques. Il est très satisfaisant et sera, nous le croyons, généralement accepté.

§ 2. — Sciences naturelles

L'application, à la microphotographie, de la reproduction indirecte des couleurs. — On sait que la microphotographie a pour but de photographier, en les amplifiant, les objets que nous montre le microscope. Non seulement elle s'efforce de représenter tout ce que cet instrument nous fait voir; mais, qui plus est, elle s'attache et parfois réussit à découvrir, dans les préparations dites microscopiques, des détails de structure qui, en raison soit de leur petitesse, soit de leur couleur ou de leur réfringence, n'impressionnent pas l'œil braqué au microscope.

Mais les difficultés qu'il lui faut vaincre sont considérables. L'une des principales résulte de ce fait que les différentes parties de l'objet à photographier se trouvent différemment colorées. Qui ne sait que, si le bromure d'argent est extrêmement sensible aux radiations bleues et violettes du spectre, cette sensibilité décroît dans le vert pour devenir nulle pour le jaune, l'orangé et le rouge. L'introduction, dans la pratique photographique, de certaines matières colorantes, dites orthochromatisantes (éosine, érythrosine, chlorophylle, cyanine, etc.), substances qui modifient la sensibilité du bromure d'argent en le rendant impressionnable aux rayons les moins réfringibles du spectre, a constitué, en ces dernières années, un véritable progrès, en permettant, grâce à l'emploi d'écrans colorés, d'obtenir des images satisfaisantes.

Un gros desideratum subsistait néanmoins; au moyen de l'épreuve obtenue, on ne pouvait reproduire les diverses couleurs de l'original. Lorsqu'on s'en servait pour l'illustration d'ouvrages scientifiques, en ayant recours aux procédés photomécaniques, tels que l'héliogravure, la photocollographie, la similigravure, l'impression se faisait en noir ou en une seule couleur.

Un nouveau progrès vient d'être réalisé dans ce sens par M. Moupillard. Ce dernier s'est adressé à la méthode, dite indirecte, de reproduction des couleurs, dont le principe fut indiqué en 1868 par Cros et Ducos du Hauron. Cette méthode consiste à photographier l'objet coloré successivement à travers trois écrans, qui absorbent l'un les radiations rouges, l'autre les radiations jaunes, le dernier les radiations bleues. Les trois négatifs obtenus servent à préparer trois planches dont les impressions (respectivement rouge, jaune et bleue) superposées reproduisent l'image de l'objet coloré.

Mais l'application, à la microphotographie, de cette méthode nécessitait la réalisation préalable de certaines conditions. D'abord il fallait préparer des plaques photographiques également sensibles à toutes les radiations du spectre; nous avons vu que l'on pouvait y arriver par l'emploi de substances orthochromatisantes. Grâce aux efforts de plusieurs industriels, en particulier de MM. Lumière frères, on fabrique maintenant couramment des plaques qui répondent à cette première condition.

D'autre part, il fallait obtenir des écrans colorés doués d'un pouvoir sélecteur parfait et capables d'éliminer complètement l'une des trois radiations primaires. A ce pouvoir sélecteur maxima doit s'ajouter une luminosité aussi considérable que possible, de façon à pouvoir exécuter chaque négatif, et en particulier celui résultant de l'action des radiations rouges, en un temps suffisamment court pour que l'opération soit pratiquement réalisable.

M. Moupillard a réussi à préparer des écrans présentant ces deux qualités à un haut degré. Ces écrans, disposés devant la couche sensible, sont constitués par une pellicule de gélatine colorée par des substances convenablement choisies; ils sont au nombre de trois :

Ecran bleu-violet, sélection du jaune.

Ecran vert-jaune, sélection du rouge.

— orangé-rouge, sélection du bleu.

Employés : le premier avec une plaque au gélatino-bromure d'argent ordinaire, le second avec une plaque Lumière série A (ou une plaque ordinaire orthochromatisée à l'éosine ou à l'érythrosine), le troisième avec une plaque Lumière série B (ou une plaque ordinaire orthochromatisée à la chlorophylle ou à la cyanine), ces écrans permettent de réaliser à coup sûr des sélections absolument parfaites. Les négatifs qui en résultent servent à l'obtention des planches qui doivent servir aux trois tirages pigmentaires. Par leur superposition, ces tirages donnent une image dont les couleurs sont la reproduction de celles de l'objet lui-même observé au microscope.

La figure 1 de la planche ci-jointe, qui représente, à un grossissement de 180 diamètres, de la féculle de pomme de terre vue en lumière polarisée, avec lame sensible de gypse, les nicols orientés de telle sorte que le fond soit presque complètement éteint, a été obtenue dans ces conditions, c'est-à-dire :

Le cliché du jaune derrière l'écran bleu, pose 180 secondes, sur plaque Lumière, étiquette bleue;

Le cliché du rouge, derrière l'écran vert, en 240 secondes, sur plaque Lumière série A;

Celui du bleu, derrière l'écran rouge-orangé, en 360 secondes, sur plaque Lumière série B.

Lorsque l'objet présente un grand nombre de colorations diverses, il est absolument indispensable de recourir à la triple sélection des trois radiations primaires. Mais, si, par exemple, un tissu observé ne présente que deux colorations tranchant bien l'une sur l'autre¹, on peut, en général, se contenter d'une double sélection.

Si l'objet étudié présente, par exemple, deux colorations : bleu et rouge, nous chercherons à obtenir deux clichés, le premier résultant de l'impression totale des radiations rouges à l'exclusion des bleues, le second résultant de l'impression totale des radiations bleues à l'exclusion des rouges. Si, en effet, la sélection a été bien exécutée et si la couleur de chacune des encres employées a été convenablement choisie, la superposition des deux impressions nous donne une épreuve absolument satisfaisante au point de vue du rendu.

La figure 2 a été obtenue de cette façon. Elle représente une portion de l'intestin spiral de la seiche, dont le tissu a été coloré en rouge; cet intestin a été envasé par une coquille, le klossia, dont les corpuscules ont été colorés en bleu. Le simple contraste des deux colorations fait parfaitement ressortir la présence de ce parasite dans le tissu étudié.

On réussit, en opérant de la sorte, à supprimer un cliché, une planche, un tirage, et par conséquent un repérage, cette dernière considération étant très importante lorsqu'il s'agit d'objets aussi délicats que ceux observés au microscope. Il en résulte que cette méthode de double sélection, quoique la pratique en soit assez délicate, présente le double avantage d'apporter une économie notable dans le prix de revient des planches et de permettre d'obtenir des images dont les contours sont mieux définis.

Nous ajouterons quelques mots sur la façon dont chaque négatif résultant de la double ou triple sélection est utilisé pour obtenir des impressions aux encres grasses. On se sert pour cela du procédé connu sous le nom de similigravure.

Lorsqu'il s'agit de reproductions artistiques ou industrielles, on porte généralement remède, par des retouches adroites, aux quelques imperfections résultant des diverses opérations photographiques. Il n'en est pas de même pour celles dont nous nous occupons ici. Les épreuves microphotographiques devant constituer de

¹ C'est le cas lorsque ces colorations, obtenues artificiellement, ne demandent pas à être reproduites avec une parfaite exactitude, mais avec une approximation suffisante pour que l'effet de contraste résultant de cette double coloration soit bien manifeste sur l'épreuve imprimée.

FIG. 1

SÉLECTION TRIPLE
ET
IMPRESSION TRICHROME.

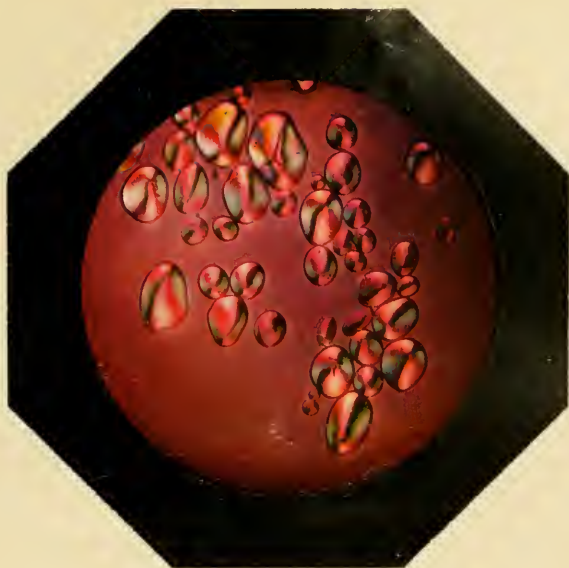


FIG. 1

*Fécule de Pomme de terre
en lumière polarisée.*
(¹⁸¹₁)

FIG. 2

SÉLECTION DOUBLE
ET
IMPRESSION BICHROME.

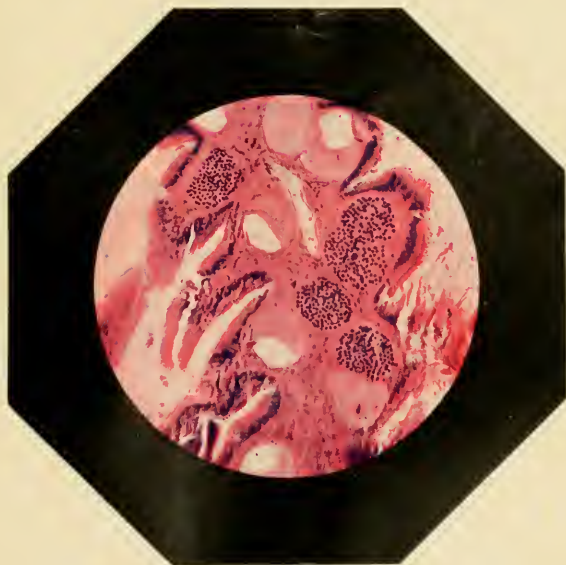


FIG. 2

*Intestin spiral de la Seiche
avec klossia.*
(⁹³₁)

APPLICATION A LA MICROPHOTOGRAPHIE DE LA REPRODUCTION INDIRECTE DES COULEURS

véritables documents, toute intervention étrangère à l'action de la lumière et des réactifs doit être rigoureusement exclue dans leur transformation en planches typographiques.

M. Prieur, auquel sont dues la reproduction et l'impression de la planche ci-contre, est parvenu à résoudre ce difficile problème. Les figures ont été obtenues sans aucune retouche et gravées par une seule morsure; c'est là un résultat du plus grand intérêt.

La simili-gravure divisant l'image en une multitude de petits points, ceux-ci apparaissent à l'impression. Leur présence, résultant de l'emploi de la trame, est absolument négligeable lorsqu'il s'agit de reproduire des objets dont les détails ne sont pas très fins, mais il y a lieu d'en tenir compte lorsqu'on se trouve en présence de structures ou d'organismes d'une grande délicatesse, nécessitant une parfaite définition des contours. Cet inconvénient peut être évité en grande partie en remplaçant les points formés par la trame, par un grain très fin obtenu au moyen de poussière de résine.

Enfin, M. Prieur a réussi à éviter totalement ce défaut en utilisant, pour les impressions en deux et trois couleurs, le procédé à la gélatine bichromatée connu sous le nom de photocollographie.

Les résultats obtenus ainsi sont absolument parfaits et constituent la solution à la fois définitive et industrielle de la reproduction indirecte des couleurs.

La diffusion des sciences naturelles et médicales ne peut que profiter de ces résultats, en raison de la possibilité qu'ils nous donnent aujourd'hui de pouvoir utiliser les procédés photographiques et photomécaniques pour obtenir des illustrations dépourvues de toute interprétation personnelle et présentant, de ce fait, un caractère essentiellement documentaire et scientifique.

§ 3. — Géographie et Colonisation

Croisière en Egypte : Ouvrages à consulter. — Selon sa coutume, la *Revue* tient à indiquer aux touristes, avant le départ de la croisière en Egypte, quelques-uns des principaux ouvrages relatifs au pays qui sera visité, soit au point de vue scientifique, soit au point de vue littéraire ou archéologique.

I. — GÉOGRAPHIE. — GÉOLOGIE. — CLIMAT. — FLORE. — RACE.

- E. RECLUS : *Nouv. Géographie universelle*, t. X : *L'Afrique septentrionale*. Paris, Hachette, 1883, in-8°. 20 fr.
 E. AMELINEAU : *Géographie de l'Egypte à l'époque Copte*. Paris, Welter, 1893, in-8°. 33 fr.
 P. CAZALIS de FONDOUCE : *Recherches sur la géologie de l'Egypte*. Montpellier et Paris, Savy, 1868, in-8°. 3 fr.
 D^r B. SCHNEPP : *Du climat de l'Egypte, de sa valeur dans les affections de poitrine*. Paris, Didot, 1862, in-8°. 7 fr. 50.
 V. LORET : *La flore pharaonique, d'après les documents hiéroglyphiques et les spécimens découverts dans les tombes*. Paris, Leroux, 1892, in-8°. 3 fr.
 MAX DUNCKER : *Les nations sémitiques : Les Egyptiens*. Paris, Marpon et Flammarion, 1882, in-8°. 6 fr.
 M. BERTHELOT : *Les Origines de l'Alchimie*. Paris, Steinheil, in-8°. 15 fr.

II. — DESCRIPTION. — VOYAGES.

Description de l'Egypte. Recueil des observations et des recherches faites pendant l'expédition de l'armée française, publié sous la direction de Jomard. Paris, Impr. impériale, 1809-1813, 23 vol. in-fol. 1.000 fr.

CHAMPOLLION le jeune : *Lettres écrites d'Egypte et de Nubie*, en 1828 et 1829. Paris, Didier, 1868, in-8°. 7 fr. 50.

- FLORIAN PHARAON : *Le Caire et la Haute-Egypte*. Dessins de Darjou. Paris, Dentu, 1872, in-fol. 100 fr.
 EDMOND ABOUT : *Le Fellah, souvenirs d'Egypte*. Paris, Hachette, 1873, in-12. 3 fr. 50.
 CH. BLANC : *Voyage de la Haute-Egypte*. Paris, Renouard, 1876, in-8°. 15 fr.
 A. RHONÉ : *L'Egypte à petites journées. Le Caire et ses environs*. Paris, Leroux, 1877, in-8°. 15 fr.
 E.-M. de Vogüé : *Chez les Pharaons*. Boulaq et Saqqarah; Vangheli, etc. Paris, C. Lévy, 1878, in-12. 3 fr. 50.
 G. CHARMES : *Cinq mois au Caire et dans la Basse-Egypte*. Paris, Charpentier, 1880, in-12. 3 fr. 50.
 A. RHONÉ : *Coup d'œil sur l'état du Caire ancien et moderne*. Paris, Leroux, 1882, in-8°. 3 fr. 50.
 H. DE VAUJANY : *Alexandrie et la Basse-Egypte*. Paris, Plon, 1886, in-12, 4 fr. *Le Caire et ses environs*. Paris, Plon, 1883, in-12. 4 fr.
 G. EBERS : *L'Egypte : I. Alexandrie et le Caire*. — II. *Du Caire à Philæ*. Traduit par G. Maspero. Paris, Didot, 1883, 2 vol., in-4°. 100 fr.
 L. HUGONNET : *En Egypte. Le Caire, Alexandrie, les Pyramides*. Paris, C. Lévy, 1883, in-12. 3 fr. 50.
 MAX BOUCARD : *En Dahabieh*, ill. de Régamey. Paris, Bucher, 1889, in-8°. 6 fr.
 J. F. DE BELLOC : *Le Pays des Pharaons*. Paris, Bourloton, 1889, in-8°. 15 fr.
 M. DU CAMP : *Le Nil, Egypte et Nubie*. Paris, Hachette, 1889, in-12. 3 fr. 50.
 E. MINNAERT : *Au Caire*. Bruxelles, Weissenbruch, 1890, in-8°. 5 fr.
 M^{me} LEE CHILDE : *Un hiver au Caire*, 2^e édit. Paris, C. Lévy, 1890, in-12. 1 fr.
 HARCOURT (le duc d') : *L'Egypte et les Egyptiens*. Paris, Plon, 1893, in-12. 3 fr. 50.
 MARIETTE-BEY : *Voyage dans la Haute-Egypte entre le Caire et la première cataracte*, 2^e édit. Paris, Welter, 1893. 2 vol. in-fol. 300 fr.
 J. JOUBERT : *En Dahabieh, Du Caire aux cataractes*. Paris, Dentu, 1894, in-8°. 7 fr. 50.
 CH. LALLEMAND : *Le Caire*. Préface de Pierre Loti. Alger (Imprim. réunies), 1894, in-4°. 30 fr.
 G. THOMAS : *En Egypte*. Paris, Berger-Levrault, 1894, in-8°. 2 fr. 50.
 HARRY ALIS : *Promenade en Egypte*. Paris, Hachette, 1894, in-12. 4 fr.
 A. CHEVRILLON : *Terres mortes. Thébaïde. Judée*. Paris, Hachette, 1897, in-8°. 3 fr. 50.
 K. BEDECKER : *Egypte*. Leipzig et Paris, Ollendorff, 1898, in-12. 15 fr.

III. — HISTOIRE ANCIENNE.

- E. AMELINEAU : *Résumé de l'histoire d'Egypte depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, précédée d'une étude sur les mœurs, les idées, les sciences de l'ancienne Egypte*. Paris, Leroux, 1894, in-12. 3 fr. 50.
 MARIETTE-BEY : *Aperçu de l'histoire d'Egypte*. Paris, Mourès, 1864, in-8°. 5 fr.
 G. MASPÉRO : *Histoire ancienne des peuples de l'Orient classique. Egypte et Chaldée*. Paris, Hachette, 1891, in-8°. 30 fr.
 G. MASPÉRO : *Lectures historiques. Histoire ancienne : Egypte et Assyrie*. Paris, Hachette, 1890, in-12. 5 fr.
 GABRIEL CHARMES : *L'Egypte*. Archéologie, histoire, littérature. Paris, C. Lévy, 1891, in-12. 3 fr. 50.
 J. DE MORGAN : *Recherches sur les origines de l'Egypte. L'âge de la pierre et des métaux*. Paris, Leroux, 1896, in-8°. 20 fr.
 CHAMPOLLION : *L'Egypte sous les Pharaons*. Paris, de Burck, 1824, 2 vol. in-8°. 15 fr.
 CHAMPOLLION-FIGEAC : *Annales des Lagides*. Paris, Fantin, 1819, 2 vol. in-8°. 11 fr.

VICTOR LORET : *L'Égypte au temps des Pharaons ; la vie, la science et l'art*. Paris, Baillière, 1889, in-12. 3 fr. 50.

F. ROBIERE : *Mémoire sur l'économie politique, l'administration de l'Égypte au temps des Lagides*. Paris, Vieweg, 1876, in-8°. 6 fr.

P. PIERRET : *Le Panthéon égyptien*. Paris, Leroux, 1881, in-8°. 10 fr.

IV. — ARCHÉOLOGIE. — BEAUX-ARTS. — ARCHITECTURE.

G. MASPÉRO : *L'archéologie égyptienne*. Paris, Quantin, 1887, in-8°. 3 fr. 30.

PAUL PIERRET : *Dictionnaire d'archéologie égyptienne*. Paris, Raffin et Feuardent, 1875, in-12. 6 fr.

MARIETTE-BEY : *Monuments divers recueillis en Égypte et en Nubie*. Paris, Franck, 1872. in-fol. 100 fr.

MARIETTE-BEY : *Deuderal*. Description du temple. Paris, Franck, 1875, 5 vol. in-fol. 330 fr.

MARIETTE-BEY : *Catalogue général des monuments d'Abydos*. Paris, Maisonneuve, 1880, in-4°. 70 fr.

MARIETTE-BEY : *Le Sérapéum de Memphis*. Paris, Detaille, 1866, in-fol. 150 fr.

CHAMPOLLION le jeune : *Monuments de l'Égypte et de la Nubie*. Paris, Didot, 1835-45, 4 vol. in-fol. 500 fr.

G. MASPÉRO : *Les momies royales de Deir-El-Bahari*. Paris, Leroux, 1886, in-4° 50 fr.

D^r VERONTSOS-BEY : *L'ancienne Alexandrie*. Etude archéologique et topographique. Paris, Leroux, 1888, in-8°. 6 fr.

G. MASPÉRO : *Guide du visiteur au musée de Boulaq*. Paris, Vieweg, 1884, in-12. 6 fr.

A. GAYET : *Les monuments coptes du musée de Boulaq*. Paris, Leroux, 1899, in-4°. 40 fr.

CHAMPOLLION le jeune : *Précis du système hiéroglyphique des anciens Égyptiens*. Paris, Impr. royale, 1828, 2 vol. in-8°.

MARCHANDON DE LA FAYE : *Histoire de l'art égyptien d'après les monuments*. Paris, Bertrand, 1878-79, 3 vol. in-4°. 850 fr.

E. SOLDI : *L'art égyptien d'après les dernières découvertes*. Paris, Leroux, 1879, in-4°. 3 fr. 50.

E. SOLDI : *La sculpture égyptienne*. Paris, Leroux, 1876, in-8°. 7 fr. 50.

DU BARRY DE Merval : *Études sur l'architecture égyptienne*. Paris, Hachette, 1875, in-8°. 3 fr.

G. FOUCART : *Histoire de l'ordre lotiforme*. Etude d'archéologie égyptienne. Paris, Leroux, 1897, in-8°. 15 fr.

OLLIVIER-BEAUREGARD : *La caricature égyptienne historique, politique et morale*. Paris, Thorin, 1894, in-8°. 12 fr.

L. GAYET : *L'art arabe*. Paris (Bibl. de l'enseignement des Beaux-Arts), 1893, in-8°. 3 fr. 50.

V. — L'ÉGYPTÉ MODERNE.

E. LOCKROY : *Ahmed-le-Boucher. La Syrie et l'Égypte au XVIII^e siècle*. Paris, Ollendorff, 1888, in-12. 3 fr. 50.

A. GALLAND : *Histoire de l'Égypte pendant le séjour de l'armée française*. Paris, 1804, 2 vol. in-8°.

N. SCOTIS : *L'Égypte contemporaine et Arabi-Pacha*. Paris, Marpon et Flammarion, 1887, in-12. 3 fr. 50.

O. BORELLI : *Choses politiques d'Égypte (1883-1895)*. Paris, Flammarion, 1895, in-8°. 6 fr.

E. PLAUCHET : *L'Égypte et l'occupation anglaise*. Paris, Plou, 1889, in-12. 3 fr. 50.

A. BOURGUET : *La France et l'Angleterre en Égypte*. Paris, Plou, 1897, in-12. 3 fr. 50.

HANS RESENER : *L'Égypte sous l'occupation anglaise et la question égyptienne*. Le Caire et Paris, Ollendorff, 1897, in-8°. 3 fr. 50.

VAN BEMMELLEN : *L'Égypte et l'Europe*, par un ancien juge mixte. Leyde et Paris, Maisonneuve, 1882-84, 2 vol. in-8°. 24 fr.

H. PENSA : *L'Égypte et le Soudan égyptien*. Paris, Hachette, 1895, in-12. 3 fr. 50.

B. DEHÉRAIN : *Le Soudan égyptien sous Méhomet-Ali*. Paris, Carré et Naud, 1898, in-8°.

AUG. BENOÎT : *Étude sur les Capitulations entre l'Empire ottoman et la France et sur la réforme judiciaire en Égypte*. Paris, Rousseau, 1890, in-8°. 4 fr.

P. GIFFARD : *Les Français en Égypte*. Paris, Havard, 1883, in-129. 3 fr. 50.

L. LAGET : *Essai sur la condition juridique des Français en Égypte*. Paris, Giard, 1890, in-8°. 6 fr.

BECKER-BEY (le colonel) : *Considérations sur la défense stratégique de l'Égypte*. Paris, Dumaine, 1874. brochure in-8°.

YACOB-ARTIN-PACHA : *L'instruction publique en Égypte*. Paris, Leroux, 1890, in-8°. 5 fr.

VI. — AGRICULTURE. — COMMERCE. — PROPRIÉTÉ.

G. DELCHEVALERIE : *L'Égypte agricole, industrielle, commerciale et artistique*. Paris, Lactox, 1879, in-8°. 3 fr. 50.

F. PAPONOT : *L'Égypte, son avenir agricole et financier*. Paris, Baudry, 1884, in-8°. 10 fr.

BIANCONI et SCHUTZ : *Carte commerciale de l'Égypte*. Paris, Chaix, in-4°, 1888. 4 fr.

YACOB-ARTIN-BEY : *La propriété foncière en Égypte*. Le Caire et Paris (Baudry), 1885, in-8°. 20 fr.

VII. — LE NIL. — IRRIGATIONS. — TRAVAUX PUBLICS.

F. DE LANOYE : *Le Nil, son bassin et ses sources*. Paris, Hachette, 1884, in-12. 2 fr.

BOGHOS PACHA NUBAR : *Note sur les irrigations en Égypte*. Paris, Génie civil, 1887, in-8°. 3 fr. 50.

J. BARROIS : *L'irrigation en Égypte*. Paris, Hachette, 1887, in-8°. 6 fr.

LINANT DE BELLEFONDS-BEY : *Mémoire sur les principaux travaux d'utilité publique en Égypte jusqu'à nos jours*. Paris, Bertrand, 1872-73. in-8°. 7 fr.

VIII. — CANAL DE SUEZ.

FERDINAND DE LESSEPS : *Perçement de l'isthme de Suez*. Exposé et documents officiels. Paris, Plou, 1855. 6 fr.

— *Le canal de Suez*. Lettres, journal et documents. Paris, Didier, 1881, 5 vol. in-8°. 35 fr.

F. DE LESSEPS : *Origines du canal de Suez*. Paris, Marpon et Flammarion, 1890, brochure. 0 fr. 60.

M. FONTANE et R. BLOU : *Le canal maritime de Suez illustré*. Histoire du canal et des travaux. Itinéraire de l'isthme. Paris, illustration, 1869, in-4°. 5 fr.

L. MONTIL : *Perçement de l'isthme de Suez*. Description des travaux et des ouvrages d'art définitifs, des machines et des appareils. Paris, Ducher, 1875, in-fol. 500 fr.

D^r H. GOUVIOT : *Itinéraire du canal de Suez*. Paris, Challamel, 1877, in-18. 3 fr.

L. ALLOURY : *Comment s'est fait le canal de Suez*. Paris, Challamel, 1882, in-12. 2 fr.

FOURNIER DE FLAIX : *L'indépendance de l'Égypte et le régime international du canal de Suez*. Paris, Pédone-Lauriel, 1883, in-12. 3 fr.

L'ÉTAT ACTUEL

DE LA BIOLOGIE ET DE L'INDUSTRIE DES ÉPONGES

PREMIÈRE PARTIE : STRUCTURE, MODE DE VIE ET DÉVELOPPEMENT

I. — L'ÉPONGE DE TOILETTE
ET LES ÉPONGES EN GÉNÉRAL.

Qu'est-ce qu'une Éponge?

Une Éponge est un objet plus ou moins sphérique, dont la taille varie de la grosseur d'une petite pomme à celle de la tête, et qui est faite d'un tissu souple, élastique, caveux, poreux, éminemment propre à s'imbiber par capillarité et à retenir dans ses mailles de l'eau qu'elle rend quand on la comprime entre les mains; son élasticité est telle que, vide ou pleine, elle a la même taille, qu'elle se laisse réduire par compression à un volume minime et reprend, aussitôt qu'on l'abandonne à elle-même, sa forme et son volume primitifs. Ce sont là des qualités précieuses, et aucune substance artificielle ne saurait la remplacer pour les usages bien connus auxquels on l'emploie.

Voilà à peu près ce qu'est l'Éponge pour la grande majorité des gens.

Quelques-uns savent, en outre, que l'objet ci-dessus défini provient d'un animal qui l'a formé, que cela est une partie de quelque chose qui a vécu, s'est nourri, a grandi, s'est reproduit quelque part dans la mer, qu'on a pêché non sans peine, et dont on a détruit, par certaines manipulations, les parties recouvrantes, pour ne garder que ce tissu central qui n'est, en somme, que son squelette.

Mais il faut avoir fait des études spéciales pour savoir quelle était la disposition des parties vivantes qui revêtaient ce squelette et qui l'ont formé, pour savoir par quels organes cet être respirait, se nourrissait, se reproduisait; pour savoir surtout que l'Éponge de toilette, la seule que l'on ait occasion de rencontrer journellement, n'est qu'un membre d'un groupe immense d'êtres, constituant un vaste embranchement zoologique, les Spongiaires, dont les autres représentants, infiniment nombreux, peuplent toutes les mers et dont certains se rencontrent même dans nos rivières et dans nos étangs.

Mais pourquoi, s'il en est ainsi, les autres Spongiaires ne sont-ils pas aussi pêchés, préparés et livrés au commerce? Simplement parce que leur squelette, au lieu d'être formé de la substance douce et flexible de l'Éponge de toilette, est un

feutrage d'aiguilles calcaires ou siliceuses qui se dressent acérées dans tous les sens et qui, après avoir déchiré notre peau sans la nettoyer, se détruiraient dès le premier emploi parce qu'elles n'ont entre elles aucune cohésion.

Ces Éponges, calcaires et siliceuses (c'est ainsi qu'on les nomme, par opposition aux fibreuses dont l'Éponge de toilette est le type), n'ont aucune utilité pour l'homme, aucune valeur commerciale; mais, pour le zoologiste, elles ont la même importance, et, au point de vue du lecteur de cet article, elles présentent un intérêt tout spécial en ce qu'elles vont lui fournir le moyen de comprendre la structure de ces animaux. L'Éponge de toilette est, en effet, une forme très différenciée, très compliquée, qu'il serait fort difficile de décrire clairement sans notions préliminaires; tandis que, parmi les autres Éponges, nous allons trouver toute une série de formes moins complexes, qui nous amèneront, par une gradation ménagée, à comprendre celle qui est le but de notre étude.

II. — ANATOMIE DE L'ÉPONGE. — COMPLICATION GRADUELLE DE LA FORME ET DE LA STRUCTURE.

Nous prendrons pour point de départ une des Éponges à squelette calcaire, celle qui, sous le nom d'*Olynthus*, représente les formes les plus simples du genre très polymorphe *Leucosolenia*, abondant sur nos côtes de la Manche, en particulier sur les plages granitiques de Roscoff.

C'est un petit être blanchâtre (fig. 1, A), de forme cylindrique ou ovoïde, haut d'environ 1 centimètre, large d'environ 3 millimètres, fixé par la base sur quelque roche et dressé sur son support. Il est creux, ouvert à l'extrémité supérieure, fermé en bas en cul-de-sac. La cavité, relativement large, ne laisse que peu d'épaisseur aux parois : on l'appelle la *cavité atriale*; son orifice est l'*oscule*. La surface externe est revêtue d'un mince *épiderme* de cellules aplaties; dans l'épaisseur des parois est une sorte de *gelée* amorphe où se trouvent des *cellules* de deux sortes, les unes étoilées, unies entre elles en réseau par leurs prolongements, les autres, grosses, arrondies, libres et se déplaçant sans cette gelée, à la manière des Amibes.

Mais l'élément le plus intéressant et le plus caractéristique des Éponges est celui qui forme le

revêtement de la cavité atriale. Ce sont des cellules (fig. 1, C) disposées sur une seule couche et qui, par leur forme singulière, rappellent de petits organismes unicellulaires appartenant aux Protozoaires et qu'on appelle les Choano-flagellés, d'où le nom de *choanocytes* donné à ces éléments. Ce sont de grandes cellules (fig. 1, D et fig. 3, C) de forme à peu près conique, dont la partie étroite, un peu en deçà de l'extrémité, tournée vers la cavité atriale, se prolonge, en une large et mince expansion protoplasmique en forme d'entonnoir, que l'on appelle la *collerette*. Du sommet même de la cellule, part un grand *flagellum* contenu dans le fond de l'entonnoir et qui fouette l'eau énergiquement. Pour avoir dit tout ce qu'il est essentiel de connaître sur cet *Olynthus*, il suffit d'ajouter que la paroi

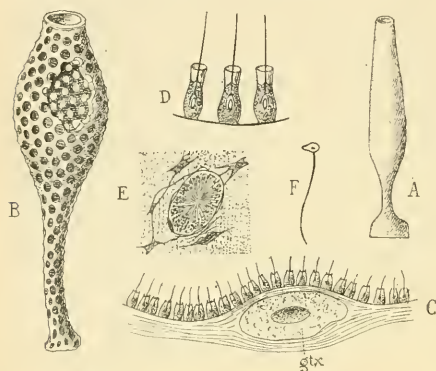


Fig. 1. — *Olynthus* (*Ascletta*). — A, vue extérieure; B, individu grossi, avec une partie de la paroi excisée pour montrer les pores et la cavité centrale; C, coupe de la paroi du corps; *gtx*, un œuf; D, trois choanocytes; E, testicule dans le parenchyme; F, un spermatozoïde (d'après Haeckel, Lendenfeld, etc.).

de son corps est criblée de petits canaux appelés *pores*, qui font communiquer la cavité atriale avec le dehors.

La physiologie de l'animal est très simple. Il est là, dans l'eau, fixé, immobile, l'oscule béant, manifestant de faibles indices de sensibilité et de motilité, par une lente contraction des pores et peut-être de l'oscule, quand il est inquiet ou placé dans des conditions défavorables. Il n'a point, cependant, de muscles ni de système nerveux, mais ses éléments cellulaires sont assez peu différenciés pour avoir gardé quelques traces de ces propriétés générales du protoplasma. Il agit continuellement les flagellums de ses choanocytes et de telle manière que cela détermine, dans l'ensemble de la cavité atriale, un courant d'eau qui entre par les pores et sort par l'oscule, et, au voisinage de chaque cellule en particulier, un tourbillon qui précipite

l'eau à l'intérieur de l'entonnoir. Cela suffit à pourvoir aux besoins essentiels de l'animal, car cette eau, chargée d'oxygène, assure la respiration de ses tissus, et les particules alimentaires qu'elle charrie (détritus innombrables provenant de la désagrégation des êtres morts que disséminent les courants et les vagues) sont retenues par la cellule dès qu'elles arrivent à son contact et introduites dans son protoplasme. La partie du choanocyte qui est saillante au fond de l'entonnoir est, en effet, nue, glutineuse et éminemment propre à cette capture. J'ai pu voir dans une jeune Eponge (d'un genre fort différent, d'ailleurs) que j'avais réussi à faire fixer et développer sur une lame de verre, de manière à en permettre l'étude microscopique sur le vivant, des particules de carmin ingurgitées ainsi avec tant d'activité, qu'en un instant tous les choanocytes furent rouges comme si on les avait colorés artificiellement.

Malgré cette extrême simplicité d'organisation, qui le met à peine au-dessus d'un Protozoaire, notre animal est sexué et même unisexe : il y a des individus mâles et des femelles qui ne diffèrent, d'ailleurs, que par la nature des produits sexuels. Chez l'un comme chez l'autre, ce sont les cellules amiboïdes, errantes dans la gelée mésodermique, qui les forment. Pour devenir des *œufs* (fig. 1, C, *gtx*), ces cellules s'arrondissent et grossissent; pour donner des spermatozoïdes, elles se divisent un grand nombre de fois et se transforment en une masse sphérique (fig. 1, E) de petits corps (fig. 1, F), en forme d'épingle, disposés radialement, la tête en dehors, et qui sont autant de spermatozoïdes réunis sous une enveloppe commune. Le tout a reçu le nom assez impropre de *testicule*. Œufs et spermatozoïdes passent à maturité dans la cavité atriale et sont évacués par l'oscule. La fécondation se fait dans l'organisme maternel, les spermatozoïdes étant amenés vers les œufs par l'eau qui traverse les pores.

Tel est le terme le plus simple de l'organisation de l'Eponge. Voyons maintenant comment il va se compliquer par des perfectionnements successifs.

Tout d'abord (fig. 2), les choanocytes, trop exposés dans la cavité atriale largement ouverte, abandonnent cette cavité (*cl*) que viennent tapisser des cellules plates simplement protectrices, semblables à celles de l'épiderme. Les choanocytes se réfugient dans l'épaisseur de la paroi du corps qui se développe pour les recevoir; et on les voit tapisser de petits diverticules cupuliformes de la cavité atriale que l'on appelle les *corbeilles vibratiles*, ou simplement les *corbeilles*. Ces corbeilles (*corb.*) sont à peu près hémisphériques, ouvertes dans la cavité atriale par un large orifice de sortie que l'on appelle l'*apopyle* et communiquant avec un

pore qui conduit directement à leur cavité par un petit orifice d'entrée appelé le *prosopyle* (fig. 6, A). Cela n'a rien changé à la physiologie de l'animal, qui continue à se nourrir par le courant d'eau qui entre par les pores et sort par l'oscule; et, comme il en sera de même toujours ainsi, nous ne répéterons plus cette indication.

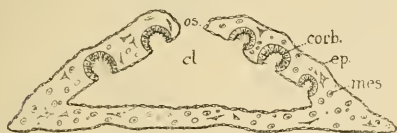


Fig. 2. — Stade de formation des corbeilles. — *cl*, cavité atriale; *corb.*, corbeille vibratile; *ep.*, épiderme; *mes.*, mésoderme; *os.*, oscule (schéma d'après Keller).

A un stade plus avancé de perfectionnement (fig. 3, A), les parois s'épaississent encore plus et les corbeilles se retirent tout à fait à leur intérieur : elles cessent dès lors de pouvoir communiquer directement avec la cavité atriale et avec le dehors, et de là résulte la nécessité de la formation de canaux spéciaux conduisant l'eau d'abord des pores aux corbeilles, puis des corbeilles à la cavité atriale; les premiers sont les *canaux inhalants* (*inh.*), les seconds les *canaux exhalants* (*exh.*). Ces canaux sont d'abord courts et simples : ce sont de simples dépressions infundibuliformes telles que, sur la coupe, on croirait que la paroi du corps s'est simplement plissée en lanterne vénitienne pour les former; mais ce n'est pas un plissement, car on

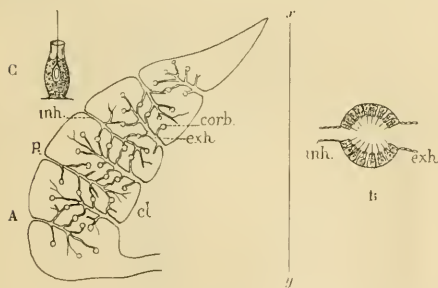


Fig. 3. — Stade de formation des canaux inhalants et exhalants. — A, *inh.*, canaux inhalants; *exh.*, canaux exhalants; *cl.*, cavité atriale; *corb.*, corbeille; *p.*, pore. La moitié gauche de la figure est seule représentée; pour la compléter, il faudrait supposer une partie symétrique à droite de l'axe *xy*. — B, une corbeille grossie. — C, un choanocyte.

retrouve le même aspect quelle que soit l'orientation de la coupe.

Un pas encore, et ces canaux simples vont se compliquer en se ramifiant de plus en plus. Ceux du dehors, les inhalants, partent des pores, plongent en direction centripète dans l'épaisseur de la

paroi et atteignent en se ramifiant jusqu'au voisinage de la paroi atriale; ceux du dedans, les exhalants, suivent un trajet semblable en sens inverse, mais en alternant avec les inhalants, de manière à correspondre à leurs intervalles; et les corbeilles (fig. 3, B), logées entre les branches des canaux, s'ouvrent d'une part dans les dernières ramifications des inhalants par un étroit prosopyle, d'autre part dans celles des exhalants par un apopyle en général plus large et établissent entre eux une communication qui permet à l'eau d'aller des pores à l'atrium.

Les canaux inhalants et exhalants, avec toutes leurs ramifications, sont tapissés de cellules plates semblables à celles de l'épiderme.

Rarement les canaux inhalants et exhalants sont constitués comme de véritables canaux : le plus souvent, au moins dans la partiemoyenne de leur parcours, ce sont plutôt de larges lacunes extrêmement irrégulières, séparées par de minces cloisons et communiquant entre elles par des brèches de taille et de forme quelconques, et avec les corbeilles par les orifices prosopylaire et apopylaire de celles-ci. Elles sont tapissées des mêmes épithéliums plats que les canaux.

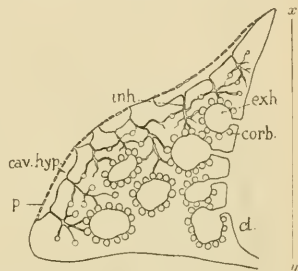


Fig. 4. — Stade de formation de la cavité hypodermique (schéma). La moitié gauche de la figure est seule représentée; pour la compléter, il faudrait la supposer répétée symétriquement à droite de l'axe *xy*. *cl.*, cavité atriale; *cav. hyp.*, cavité hypodermique; *corb.*, corbeille; *inh.*, canaux inhalants; *exh.*, canaux exhalants; *p.*, pores.

Un autre perfectionnement, extrêmement fréquent, consiste (fig. 4) en un dédoublement de la couche superficielle du corps qui se sépare des parties sous-jacentes et forme une paroi revêtante que l'on appelle l'*ectosome*, tandis que le reste prend le nom de *choanosome*. Cet ectosome est ordinairement très mince et séparé de la partie sous-jacente par un espace très mince aussi, mais très étendu en surface, la *cavité hypodermique* (*cav. hyp.*), tapissée dans toute son étendue, à la voûte formée par l'ectosome comme au plancher formé par le choanosome, d'un épithélium de cellules plates semblables à celles de l'épiderme. L'ectosome ne contient jamais de corbeilles. Il est formé d'une mince couche mésodermique comprise entre deux couches d'épithélium plat. Il est percé, criblé de pores qui

conduisent l'eau dans la cavité hypodermique, d'où celle-ci passe dans les canaux (ou les lacunes) inhalants qui s'ouvrent sur son plancher. L'ectosome n'est pas libre dans toute son étendue; il est rattaché au choanosome sous-jacent, de distance en distance, en des points où les tissus profonds et superficiels restent continus, et parfois, en outre, par de nombreux et fins trabécules. Mais en tous cas, toutes les parties de la cavité hypodermique communiquent largement entre elles.

Parfois, une disposition semblable se rencontre du côté de la cavité atriale, mais cela est rare.

Assez souvent l'ectosome s'épaissit en un *cortex* qui se soude au choanosome et efface la cavité

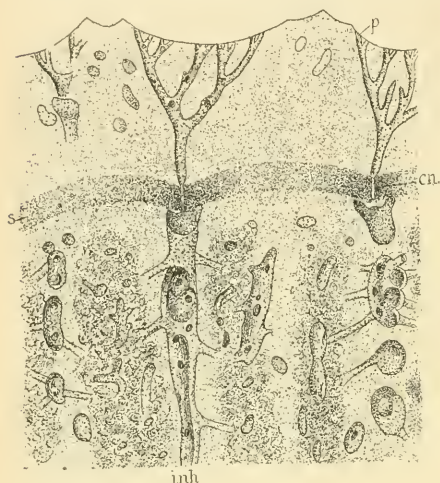


Fig. 5. — *Stelletta* (d'après Lendenfeld) : les spicules sont supprimés. — *cn.*, cônes; *inh.*, canaux inhalants; *p*, pores et canaux qui en partent traversant le cortex; *s*, couche profonde du cortex.

hypodermique. Les pores communiquent alors avec les canaux inhalants par de courts canaux corticaux ramifiés qui traversent le cortex (fig. 5).

Les *corbeilles*, elles aussi, se compliquent de diverses façons (fig. 6). Celles qui s'ouvrent dans les canaux exhalants directement par un large apopyle (*ap.*), et dans les inhalants directement aussi par un étroit prosopyle (*pr.*) sont les plus simples : on les dit *euripylaires* (fig. 6, A). Lorsque les systèmes inhalant et exhalant revêtent la forme de lacunes, les corbeilles prennent de préférence une forme allongée et cylindrique; elles continuent à s'ouvrir dans la lacune exhalante par un large et unique apopyle, mais communiquent avec les inhalantes par de nombreux petits pertuis prosopylaires régulièrement disposés : elles rappellent alors la forme d'un dé à coudre et sont

dites *corbeilles tubuleuses* (fig. 6, D, E). D'autres fois, elles restent sphériques, mais l'apopyle seul, ou bien l'apopyle et le prosopyle se prolongent en un tube qui va s'ouvrir dans les cavités aquifères : dans le premier cas, la corbeille est dite *aphodale*

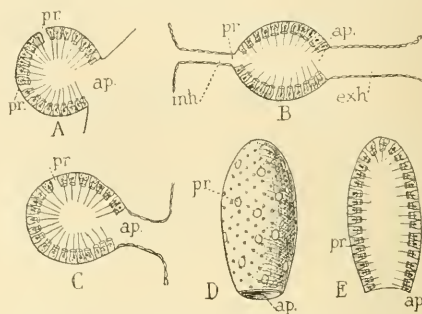


Fig. 6. — Diverses formes de corbeilles (schémas). — A, corbeille euripylaire; B, corbeille diplotdale; C, corbeille aphodale; D, E, corbeille tubuleuse (vue extérieure et coupe). *ap.*, apopyle; *pr.*, prosopyle; *inh.*, prosodus; *exh.*, aphodus.

(fig. 6, C), dans le second cas *diplotale* et les canaux d'accès sont appelés *aphodus* (*exh.*), *prosodus* (*inh.*) (fig. 6, B).

En outre de ces perfectionnements de la macrostructure, les cellules des tissus subissent des différenciations de plus en plus avancées, qui aboutissent à la formation d'éléments glandulaires, musculaires et nerveux.

Les *glandes* sont de simples éléments épithéliaux,

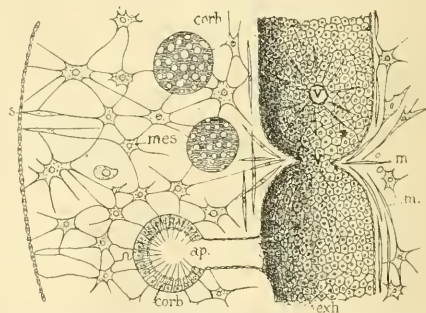


Fig. 7. — Schémas des relations des éléments entre eux (d'après Sollas). — *ap.*, apopyle; *corb.*, corbeille; *exh.*, canal exhalant; *m*, muscle d'un velum vu en coupe; *mes.*, mésoderme; *v*, *v*, velum de face et de profil; *s*, cellule sensitive ou glandulaire.

ou peut-être mésodermiques, transformés en cellules glandulaires. Pour cela, ces cellules grossissent, prennent un protoplasma granuleux et, tandis que leur corps plonge dans la gelée mésodermique, se mettent en rapport par une étroite surface avec le dehors. On n'est guère renseigné

sur la nature de leur sécrétion : mucos ou spongieux sans doute.

Les *muscles* (fig. 7, *m*, *m*) dérivent des cellules fusiformes conjonctives du mésoderme transformées en éléments contractiles, lisses bien entendu.

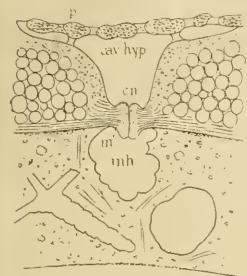


Fig. 8. — Disposition d'un cône chez *Pachymatisma Johnstonia* (d'après Sollas). — *cav. hyp.*, cavité hypodermique; *cn.*, cône; *inh.*, lacune inhalante; *m.*, muscle du cône; *p.*, pore.

ils sont pourvus de cellules musculaires (*m*), les unes radiaires pour dilater leur orifice, les autres en sphincter pour le contracter. Les *cônes* (fig. 8) sont des formations analogues, mais plus massives et plus puissantes, situées à l'ouverture des canaux inhalants dans la cavité hypodermique ou (*cn.*, fig. 8) à l'union de ces canaux avec les canaux corticaux. Ces formations servent à régler le cours de l'eau en dilatant ou rétrécissant les voies qui lui servent de passage.

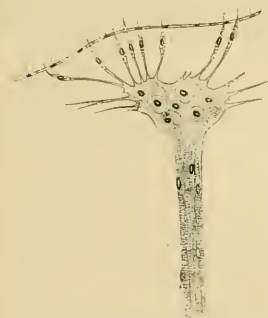


Fig. 9. — Cellules sensibles d'*Hippopongia* (d'après Lendenfeld). Partie plus grossie de la figure 20.

saillante au dehors. Leur extrémité profonde se met en rapport, par un prolongement, avec le prolongement de certaines cellules mésodermiques, peu différentes d'aspect de celles qui forment la trame conjonctive. Il y a tout lieu de croire que c'est là un appareil sensitivo-nerveux

(fig. 7, *s*, et fig. 9). D'aucuns ont même décrit des filaments allant des cellules étoilées aux fibres musculaires; mais cela aurait grandement besoin de confirmation.

Un dernier processus de complication, et des plus importants par son extrême fréquence et la variété des aspects auxquels il donne lieu, est la multiplication des cavités atriales et des oscules. L'Eponge, en grandissant, développe certains canaux exhalants, ouvre un orifice au point où ils confinent à la surface et voilà qu'elle se trouve avoir deux cavités atriales et deux oscules. De la même manière, elle en prend 3, 4, 10, 20 et plus. Le plus souvent, une Eponge a ainsi de nombreux oscules disséminés ou groupés de la manière la plus variée (fig. 10). On la dit alors *polyzoïque*. Mais il faut bien savoir que ce polyzoïsme¹, ici plus encore que chez les Echinodermes ou les Annelés, est un trait d'organisation, une complication de structure du même ordre que les autres et n'a rien à voir avec une multiplication de l'individualité.

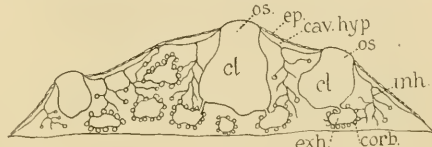


Fig. 10. — Schéma d'une éponge polyzoïque. — *cav. hyp.*, cavité hypodermique; *corb.*, corbeille; *cl.*, cavité atriale; *ep.*, ectosome; *exh.*, canal ou lacune exhalant; *inh.*, canal inhalant; *os.*, oscule.

En devenant polyzoïque, l'Eponge perd le plus souvent cette forme de vase ouvert au sommet que nous lui avons attribuée comme étant la plus normale à l'état monozoïque, et la variété des formes qu'elle est susceptible de revêtir est presque infinie. Les plus communes sont : la forme encroûtante, très commune, en lame mince étalée sur le support et de contour absolument quelconque (*Reniera*, etc.); la forme massive, plus ou moins arrondie avec une étroite base de fixation (*Grodia*, *Suberites*, *Euspongia* (fig. 36), etc.); la forme arborescente, en véritable arbuscule (*Azinella*) ou en buisson, dont toutes les liges, peu ou point ramifiées, partent d'une base commune (*Dactylochalina*); la forme en coupe (*Stelospongia*), parfois retournée comme le chapeau d'un champignon (*Caulophacus*), ou en vase (*Poterion*) (fig. 35), ou foliacée (*Phyllospongia*, etc.), puis quelques formes exceptionnelles ne se rencontrant que dans quelques rares espèces : *Disyrringa* (fig. 33) en boule avec deux prolongements opposés tubuleux, l'un pour l'entrée, l'autre

¹ Voir YVES DELAGE : La conception polyzoïque des Mères, *Rev. scient.*, 4^e série, vol. V, n° 21 du 23 mai 1896, p. 641 à 659, avec 13 figures.

pour la sortie de l'eau; *Cladorhiza* (fig. 34) en forme de parapluie, reposant par son bord festonné sur la boue du fond.

Nous avons décrit toutes ces complications suivant une série progressive. Mais il faut faire comprendre que cette série n'a rien d'obligatoire; que les combinaisons les plus variées de ces dispositions diverses se peuvent rencontrer réunies, et l'on conçoit ainsi la diversité presque infinie des types de structure que peuvent présenter les Éponges. Ces êtres si inférieurs présentent autant de variétés et de complexité de détails que bien des êtres appartenant à des types d'organisation plus élevés.

Et cela est d'autant plus vrai qu'en outre des nombreux caractères décrits ci-dessus, il en existe un que nous avons à dessein réservé pour la fin en raison de son importance et qui, à lui seul, présente autant de termes de complication et d'éléments de variété que tous les autres réunis.

Ce caractère est celui du *squelette*.

Ce squelette est en général formé de petites

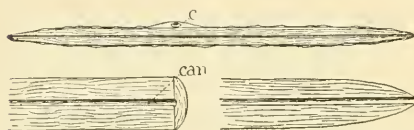


Fig. 11. — Spicule entier faiblement grossi, avec sa pointe très grossie, et un fragment en coupe optique longitudinale, très grossi également. — c, scléroblaste; can., canal axial.

pièces solides, situées dans le mésoderme, dans les intervalles entre les canaux et les corbeilles qu'elles ne traversent jamais, et appelées les *spicules*. Les spicules peuvent être calcaires ou siliceux, mais, dans une même Éponge, ils sont toujours exclusivement siliceux ou calcaires: les Éponges à spicules siliceux, les *Siliceuses* comme on les appelle, sont de beaucoup les plus nombreuses.

Sous leur forme la plus simple, ces spicules sont de simples aiguilles rectilignes. Ces aiguilles sont disposées dans le corps, plus ou moins régulièrement, de manière à former, en se groupant ou s'entrecroisant, une charpente qui sert à soutenir les tissus mous de l'animal; en même temps, ils le protègent en repoussant les ennemis par leurs pointes saillantes au dehors, et en entremêlant d'une forte proportion de substances éminemment indigestes la faible quantité de substance alibile que l'Éponge peut contenir. Ils sont creux (fig. 11) et leur axe central (*can.*) est occupé par un très fin filament de substance protoplasmique, autour duquel sont déposées des couches successives de silice, sous la forme d'opale, unie, à ce qu'il semble, à une minuscule quantité de substance

organique. Tant que le spicule grandit, le *filament axial* communique aux extrémités avec le dehors; quand il devient adulte, la dernière couche minérale ferme le canal aux deux bouts.

Le spicule prend naissance dans une cellule du mésoderme, appelée *scléroblaste* (fig. 11, C), où il est d'abord entièrement contenu. En grandissant, il ne perce pas la cellule, mais celle-ci se trouve reléguée en un point de sa partie moyenne, prolongée sur toute l'étendue du spicule par un extrêmement mince revêtement de sa substance, formant au spicule une *pellicule*.

Cette forme primitive se complique d'une façon extraordinairement variée (fig. 12). Le spicule peut rester simple (*a*) ou se munir d'une tête à un bout (*b*) ou aux deux (*c*), se courber en arc (*f*), en C (*e*), en S (*d*), en spirale, en hélice; il peut se

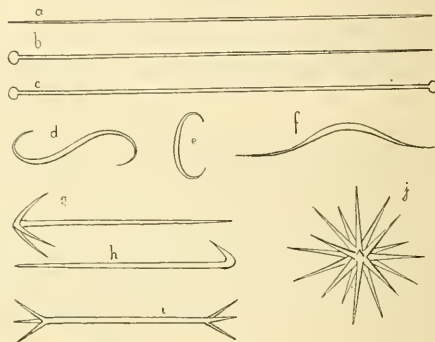


Fig. 12. — Spicules monoaxiaux (sauf j. — a, amphiox; b, strongyloxe; c, amphistrongyle; d, e, f, sigmas; g, triaene; h, monaene; i, amphitriaene; j, aster.

composer de 2, 3, 4, 5, 6 branches ou un plus grand nombre (*g, h, i, j*); ces branches peuvent se disposer de manière à lui donner la forme d'ancre (*g*), de crochets (*h*), de tridents (*i*), d'étoiles (*j*), etc., etc.

Les dessins ci-dessus ne donnent qu'une faible idée de cette multiplicité.

Dans les spicules à plusieurs axes, chaque branche a la structure d'un spicule simple, et les canaux axiaux se fusionnent au point de réunion des branches.

On a fait de nombreuses tentatives pour établir dans cette diversité une classification. Finalement, on s'est arrêté à l'idée de classer les spicules d'après le nombre d'axes de la figure géométrique à laquelle ils se rapportent. Voici une indication de résultats auxquels cela a conduit.

Les *monaxones* ou spicules à un axe sont les aiguilles ci-dessus décrites (fig. 12, a, b, c), avec toutes les variétés résultant de leur courbure ou

de leur ornementation par des appendices variés (têtes, épines, etc.).

Il n'y a pas de diaxones, les formes à deux axes étant considérées comme résultant d'une réduction de celles à plusieurs axes.

Les *triaxones* (fig. 13) ont pour forme fondamentale un spicule à six branches, appelé *hexactine*, placées deux à deux sur le prolongement l'une de l'autre de manière à former trois axes disposés comme les diagonales d'un octaèdre (fig. 13, C) ou

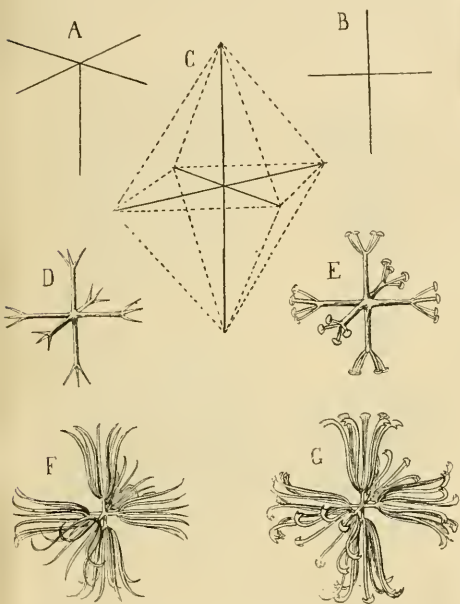


Fig. 13. — *Spicules triaxiaux* (d'après Schu ze et Lendenfeld). — A, pentactine; B, stauractine; C, hexactine et sa dérivation de l'octaèdre; D, discohexaster; E, discohexaster; F, G, floricom.

les perpendiculaires abaissées du centre sur les six faces d'un cube.

Par suppression d'une ou de deux branches, il devient le *pentactine* (fig. 13, A) ou le *stauractine* (fig. 13, B). Les branches fréquemment se terminent par un bouquet de petites ramifications, *heraster* (fig. 13, D), qui, elles-mêmes, peuvent se terminer en disque, *discohexaster* (fig. 13, E), ou autrement, on se disposer de telle sorte en petits panaches que le spicule rappelle la forme d'une fleur, *floricom* (fig. 13, F, G).

Les *tétraxones* ont pour forme fondamentale un spicule à quatre branches non prolongées au delà du centre et disposées comme les perpendiculaires abaissées du centre sur les quatre faces d'un té-

traèdre (fig. 14). Quand une des branches disparaît, les trois autres peuvent se disposer dans un plan et former une étoile à trois branches divergentes à 120° : il prend alors secondairement l'aspect d'un spicule à trois axes. Les trois branches peuvent ainsi se placer dans un plan perpendiculaire à la quatrième restée persistante. Fréquemment, trois



Fig. 14.

Fig. 14. — *Spicule tétraaxon* et sa dérivation du tétraèdre (schéma).

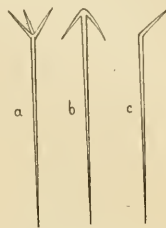


Fig. 15.

Fig. 15. — *Spicules tétraaxiaux* (schémas). — a, triène; b, diène; c, monaxone.

branches restent beaucoup plus petites que la quatrième et prennent l'aspect de simples appendices au bout d'une spicule monaxone. Dans ce cas, le spicule devient un *triène* (fig. 15, a). On pourrait alors aussi bien le considérer comme un spicule monaxone muni d'appendices, et cela d'autant plus qu'au lieu de trois branches appendiculaires, il peut y en avoir une seule, *monaxone* (fig. 15, b) ou deux, *diène* (fig. 15, c), ou quatre, *tétraxone*, ou un plus grand nombre. La manière dont ces branches sont incurvées donne naissance à de nombreuses variétés de ce groupe.

On le voit, les spicules d'un système peuvent passer au type d'un autre système par réduction ou amplification, et ce n'est pas une des moindres difficultés de leur classement, car on ne sait pas toujours l'origine de ces formes dérivées et c'est un peu arbitrairement qu'on les rattache à un système ou à l'autre.

Les *spicules à plusieurs axes* sont les *asters* (fig. 16)



Fig. 16. — *Spicules à plusieurs axes*. — A, aster (oxyaster); B, C, sterraster; aspect extérieur et coupe optique avec le scléroblaste (d'après Sollas).

qui, eux aussi, selon le nombre, la longueur relative et la forme de leurs branches présentent de nombreuses variétés : *oxyaster* (fig. 16, A), *sterraster* (fig. 16, B, C), etc.

Toutes ces variétés ont été cataloguées et ont reçu

des noms; et elles sont d'un grand usage dans la classification en raison de la fixité de leur forme et de leur facile conservation.

Il y a d'autres catégories encore que nous passons sous silence pour ne pas dépasser les limites d'un article de cette nature.

Disons aussi que, non moins fixe et non moins importante que leur forme, est leur distribution dans le parenchyme. Ici, il est presque impossible de décrire la chose sans entrer dans des détails qui nous entraîneraient beaucoup trop loin. Citons seulement, pour en donner une idée, quelques traits communs ou caractéristiques. Les spicules forment, en général, dans le parenchyme un réseau. Ceux de l'ectosome sont le plus souvent disposés à plat dans cette membrane; mais fréquemment il y en a de radiaires qui se dressent à la surface en soulevant, comme le piquet d'une tente, l'ectosome qui se déprime entre eux (*conuli*, fig. 19); les pores se groupent en général dans les vallées qui séparent les conuli. Souvent, les spicules se dressent autour de l'oscule pour le protéger; plus rarement, ils forment, par leurs ramifications tangentielles, une sorte de voile, vraie dentelle de silice, parallèle à la surface et situé à quelque distance d'elle; parfois, enfin, un faisceau de spicules terminés en ancre fait saillie en bas, loin hors du corps, et sert à ancrer l'animal dans la boue du fond (fig. 24, 31 et 32).

On a beaucoup spéculé sur la cause des formes des spicules. Ces formes sont bien curieuses, en effet, par leur régularité géométrique et leurs relations étroites avec celles des cristaux. Ce n'est point, cependant, une vraie cristallisation qui leur donne naissance, car : 1° les angles ne sont point fixes, mais varient dans des limites très étendues; 2° l'examen aux nicols croisés montre que les calcaires seuls sont cristallins; les siliceux, dont les formes ne sont ni moins géométriques ni moins fixes, sont formés de silice amorphe; 3° les calcaires eux-mêmes, lorsqu'ils sont tout jeunes et ont déjà leurs formes caractéristiques, ne sont point cristallins; ils ne le deviennent que plus tard, par les couches secondaires, déposées sur le moule initial.

Nous ne pouvons ici examiner et discuter les théories proposées pour expliquer ces formes, mais nous pouvons dire qu'aucune, pas même celle de Dreyer, n'est complètement satisfaisante: cela reste un des problèmes les plus intéressants de la Biologie¹.

Le squelette des Éponges n'est pas formé seulement de spicules calcaires ou siliceux. Chez beau-

coup d'entre elles, celles qui forment le grand groupe des *Cornusponges*, les spicules sont unis entre eux par une sorte de ciment organique, souple et résistant, appelé *spongine*. Cette substance est souvent en quantité très minime, mais parfois elle forme de véritables fourreaux engainant des faisceaux de spicules et formant un réseau continu.

Les Éponges ainsi construites n'en sont pas moins considérées comme de véritables siliceuses. Mais il en est d'autres chez lesquelles les spicules disparaissent tout à fait, et où il ne reste, pour former le squelette, que les fourreaux de spongine qui alors ne méritent plus le nom de fourreaux, mais

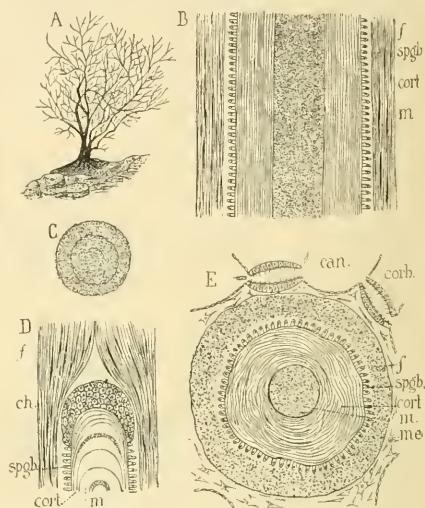


Fig. 17. — Squelette d'une éponge cornée, *Dendrilla* (d'après Lendenfeld). — A, ensemble du squelette. B, coupe longitudinale d'une portion de fibre très grossie. C, coupe transversale à un faible grossissement. D, coupe longitudinale d'une extrémité en voie d'accroissement. E, coupe transversale très-grossie. — can., canaux aquifères; ch., capuchon terminal des spongioblastes; cort., couches corticales de spongine; f, enveloppe de fibres; m, moelle de la fibre; me., mesoderme environnant; spgb., couche de spongioblastes.

celui de fibres. Comme la spongine dense qui forme ces fibres est assez analogue à la corne, on donne souvent à ces *Éponges fibreuses* le nom d'*Éponges cornées*. Ces Éponges cornées ont longtemps formé un vaste groupe, de valeur égale à celui des *Calcaires* ou des *Siliceuses*. Aujourd'hui, on préfère les réunir à celles des Éponges siliceuses auxquelles elles ressemblent le plus par leurs autres caractères; mais, au point de vue de l'évolution des caractères anatomiques, elles n'en constituent pas moins un type important.

Examinons d'un peu plus près ce squelette corné, car nous approchons maintenant de ce qui

¹ Ceux que ces questions intéressent trouveront le sujet traité dans le tome II de la *Zoologie concrète*, que je publie en collaboration avec M. le Dr Hérouard et qui va paraître prochainement.

fait l'intérêt principal de l'Eponge commerciale. Il est utile, pour y arriver, de décrire d'abord les structures intermédiaires faisant le passage à ce type si curieusement différencié.

Dans le genre *Dendrilla*, qui peut être pris comme premier exemple, lorsqu'on a détruit par une macération convenable toutes les parties molles, on obtient un squelette de spongine qui a la forme d'un petit arbuscule dressé, très ramifié, mais non réticulé, c'est-à-dire dont les ramifications ne se soudent pas d'un rameau à l'autre (fig. 17, A). Ce petit arbuscule est admirablement souple et élastique. Il parcourt tout le parenchyme de l'Eponge, son pied épaté correspond à la base de fixation et ses terminaisons superficielles déterminent à la surface des pointements qui soulèvent l'ectosome en *conuli* entre lesquels sont les champs déprimés occupés par les pores.

Ces fibres sont formées (fig. 17, B, C, D, E) d'une

substance centrale friable appelée *moelle* (*m*) et de couches emboîtées concentriques, de spongine ferme et solide (*cort.*). Elles ne sont pas formées, comme les spicules, dans des cellules; cela ne se pourrait pas d'ailleurs,

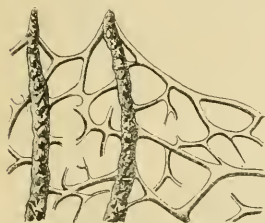


Fig. 18. — Fibres très grossies du squelette d'*Hippospongia* (d'après Lendenfeld).

puisque le système entier de l'arbuscule forme un tout continu. La surface est revêtue d'une couche épithéliale de cellules mésodermiques prismatiques appelées *spongioblastes* (*spgb.*), qui sécrètent en dedans d'elles les couches superficielles de spongine (*cort.*), comme le périoste forme l'os. Le tout est entouré d'un manchon de fibres (*f*).

Au sommet en voie d'accroissement longitudinal se voit un capuchon (*ch*) de spongioblastes plus arrondis qui forment la partie médullaire (*m*), et dont certains paraissent tomber dans cette moelle pour y rester englobés. Là où une ramification doit naître, il se forme un petit gâteau de ces spongioblastes particuliers, qui, sans doute, percent la paroi de la fibre et forment la moelle de la ramification nouvelle¹. Le système médullaire de l'arbuscule est en effet continu sur toute son étendue.

Chez d'autres Éponges, *Aplysina* par exemple, apparaît la structure réticulée, les branches de l'arbuscule s'anastomosant entre elles en réseau : la

forme arborescente fait place à celle d'un réticulum où l'on distingue cependant des fibres de divers ordres correspondant à divers degrés de ramification. Mais la structure des fibres reste la même : moelle et couches de spongine.

Un dernier pas enfin et nous arrivons à l'Eponge commerciale. Ici (fig. 18, 19, 20), le squelette forme un réseau de fibres de deux ordres : 1° les unes dites *principales* (*f*), de un demi à un dixième de millimètre de diamètre, qui partent d'une mince lame basilaire correspondant à la surface de fixa-

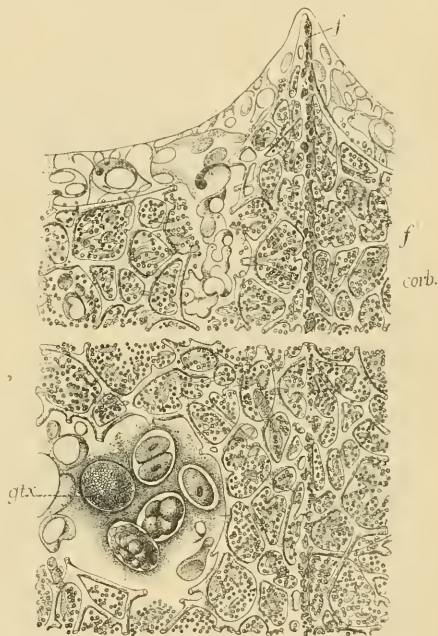


Fig. 19. — Coupe d'ensemble d'une éponge de toilette (*Euspongia officinalis*, var. *adriatica*) (d'après F. E. Schulze). — *f*, fibre du squelette principal dont le pointement à la surface détermine une de ces saillies appelées *conuli*; *f'*, fibres connectives; *corb.*, corbeille; *gtr.*, canaux à différents stades de développement.

tion. L'Eponge (fig. 36) est grosse et sa base est étroite; aussi les fibres nées côte à côte de la base se ramifient-elles en montant vers la surface de manière à combler les vides résultant de leur divergence et à laisser aux réseaux à peu près partout la même densité; 2° puis des fibres *connectives* (*f'*), dix fois plus fines environ, s'étendent dans les mailles du réseau primaire en un réseau secondaire beaucoup plus délicat. Bien entendu, les grandes cavités que montre l'Eponge n'ont rien de commun avec les mailles microscopiques de ces réseaux : ce sont des lacunes correspondant

¹ Ces détails de formation sont encore sujets à quelques discussions.

aux cavités atriales et aux plus larges canaux.

Les fibres connectives ont la structure définie plus haut; mais les fibres principales se distinguent par un caractère nouveau très important. Le canal médullaire, au lieu de contenir une moelle friable, est bourré de minuscules grains de sable (*gs*), engainés chacun dans une mince enveloppe de spongine et d'un calibre remarquablement uniforme et très petit puisque la fibre entière n'a pas un dixième de millimètre de diamètre⁴. Ces grains contribuent

Mais d'où viennent ces grains de sable?

L'Éponge est abondamment pourvue de glandes et la surface de son ectosome est rendue gluante par une sécrétion qui est, sans doute, quelque mélange de mucus et de spongine diluée. La fine poussière de sable qui tombe sur elle par les effets de la sédimentation est accolée et ceux-là seuls, parmi les grains, qui ont la taille convenable, sont saisis par le capuchon des spongioblastes qui coiffent les extrémités libres (*conuli*) des terminaisons su-

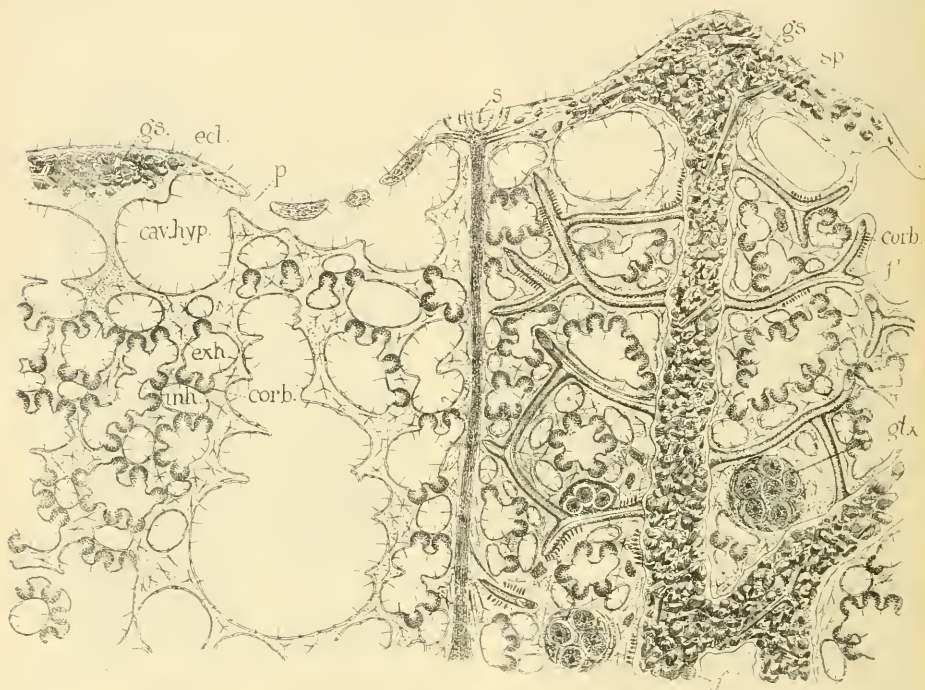


Fig. 20. — Coupe d'ensemble d'*Hippospongia*. Éponge voisine de l'Éponge de toilette (d'après Lendenfeld). — *f*, fibres principales; *f'*, fibres connectives; *ecl.*, épiderme; *sp.*, spicule d'une autre Éponge à titre de corps étranger; *gs*, grains de sable dans les fibres ou dans l'ectosome; *corb.*, corbille; *cav. hyp.*, cavité hypodermique; *p*, pores; *inh.*, *exh.*, lacunes ou canaux inhalants et exhalants; *gtx*, organes génitaux; *s*, cellules sensibles (voir figure 9, les mêmes plus grossies).

beaucoup à fournir à l'éponge ses qualités, faisant effet de râpe et rendant beaucoup plus efficace le nettoyage opéré par elle, tandis que, d'autre part, la finesse du réseau rend l'imbibition plus facile et plus abondante et que la solidité toute spéciale de la fibre rend le tissu plus résistant. Tout est réuni ici pour faire de ce tissu un objet admirable.

⁴ Il ne faut pas les confondre avec les gros grains ou les débris de coquilles qui se rencontrent parfois dans les lacunes de l'Éponge et ne sont que des corps étrangers accidentels.

perficielles du réseau et incorporés par eux dans la moelle de la fibre en voie d'accroissement. Ainsi, des conditions de sédimentation convenables sont nécessaires à l'Éponge : là où la sédimentation serait nulle ou trop grossière, l'Éponge ne pourrait prospérer.

Au point de vue de l'utilité par rapport à l'homme, nous avons atteint le but et nous pourrions nous arrêter là. Mais ce n'est pas pour l'homme que les espèces évoluent; aussi, continuant la série de leurs modifications, elles vont au delà de ce qui, pour les finalistes, semblerait être le but. D'autres

Éponges (*Halme*) capturent des grains de sable plus gros et à peine enrobés de spongine ; d'autres (*Oligoceras*) n'ont plus que des grains de sable orientés en file, presque sans spongine.

Enfin, par suite d'une modification différente, quelques rares Éponges n'ont ni spicules, ni grains de sable, ni fibres de spongine : ce sont les *Carnosa*, sans squelette, molles et douces au toucher (*Plakina*, *Oscarella*).

Certes il ne manque pas d'autres caractères pour diversifier encore la structure des Éponges, mais ce sont plutôt des particularités sporadiques qui se rencontrent çà et là dans les genres et dans les espèces. Une revue rapide de la classification nous en montrera quelques-uns. Pour le moment, cela suffit pour donner une idée du facies anatomique général du groupe et nous allons passer à l'Embryogénie.

III. — EMBRYOGÉNIE.

Le développement est, en apparence, très variable, mais ses variations sont beaucoup moins profondes qu'elles ne semblent et se ramènent à deux causes : l'abondance variable du vitellus nutritif dans l'œuf et la précocité plus ou moins grande de la différenciation des feuilletts. Nous ne tiendrons compte que des cas principaux.

Une segmentation plus ou moins inégale de l'œuf donne naissance (fig. 21, A, B) à une larve ovoïde composée essentiellement de deux sortes d'éléments : 1° des cellules ectodermiques (*ex.*) nombreuses, longues, étroites, serrées les unes contre les autres, à cytoplasma purement protoplasmique, pâle et non granuleux, munies d'un long flagellum vibratile ; 2° des endodermiques (*en.*) moins nombreuses, grosses, arrondies, non flagellifères, à cytoplasma rendu granuleux par d'abondantes granulations de vitellus nutritif. Dans le cas le plus simple, la larve a la forme d'une vésicule ovoïde creuse, formée d'une seule couche d'éléments : les ectodermiques occupent la moitié antérieure et servent à l'entraîner en avant par les mouvements de leurs flagellums ; les endodermiques forment l'hémisphère postérieur. C'est ce que l'on appelle une *blastula*. Cette blastula s'*invagine* (fig. 21, C) à la manière d'une balle de caoutchouc dont on refoule un hémisphère dans l'autre pour lui donner la forme d'une calotte creuse à deux feuilletts, engendrant ce que l'on appelle la forme *gastrula*. A ce moment, le mouvement des flagellums se ralentit, puis cesse, la gastrula tombe au fond et se fixe (fig. 21, D) par son orifice appelé *blastopore*. Bientôt cet orifice se ferme par prolifération de ses bords, et un orifice de nouvelle formation, se perce par destruction de la paroi au pôle libre : c'est l'*oscule* (fig. 21, E) ; la cavité d'invagination que l'oscule met en relation

avec le dehors devient l'*atrium* et un mésoderme formé aux dépens de l'endoderme se forme entre les deux feuilletts de la paroi pour donner naissance, par des différenciations successives, aux tissus mésodermiques de l'animal. Nous avons donc là les traits essentiels d'une petite Éponge semblable à celle qui nous a servi de point de départ.

Mais nous n'avons pas dit quel feuillet s'invaginait dans l'autre pour former la gastrula. Nous avons réservé ce point pour le mieux mettre en lumière, car il y a là un des traits les plus caracté-

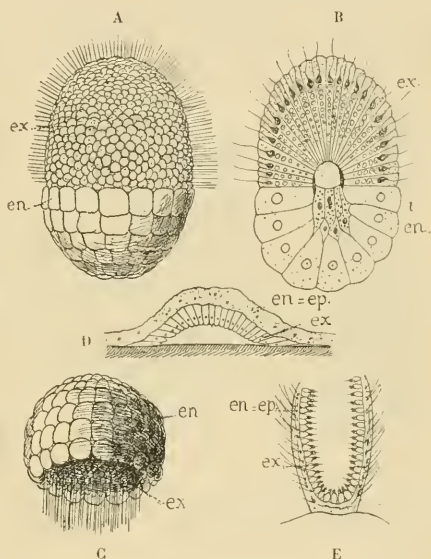


Fig. 21. — Développement des Éponges calcaires à amphiblastula (*Sycandra*). — A, blastula entière ; B, blastula en coupe optique ; C, gastrula invaginée ; D, gastrula fixée ; E, formation de l'oscule. — *ex.*, ectoderme ; *en.*, endoderme ; *ep.*, épiderme (d'après Minchin et Schulze).

ristiques de l'évolution des Éponges, un trait si frappant, si remarquable, qu'il suffit à donner à ces Êtres une place tout à fait à part dans le règne animal.

Tandis, en effet que, toujours, sans exception, l'endoderme s'invagine dans l'ectoderme pour former l'épithélium digestif, tandis que l'ectoderme reste au dehors pour former l'épiderme, ici, c'est l'inverse qui a lieu : ce sont les cellules ectodermiques flagellifères qui s'invaginent et deviennent les choanocytes, tandis que les endodermiques restent au dehors pour former l'épiderme. Les Éponges sont en quelque sorte des animaux *retournés* et pourraient être appelées pour cela *Enantiozoaires* ou *Enantiodermates*.

C'est là, avons-nous dit, le cas le plus simple.

Dans les plus compliqués, se rencontrant chez les Éponges siliceuses (fig. 22), la larve ovoïde n'a pas de cavité : les cellules ectodermiques flagellées occupent toute ou presque toute la surface, et les endodermiques garnissent la cavité intérieure. Dans ce cas, il ne saurait y avoir d'invagination, puisqu'il n'y a pas de place pour cela. Mais le but est cependant atteint, car les ectodermiques se disloquent et passent individuellement au dedans, tandis que les plus superficielles des endodermiques se portent au dehors pour former l'épiderme. Au moment de s'assembler pour former les corbeilles, les ectodermiques s'unissent avec les cellules amiboïdes du mésoderme en un syncytium

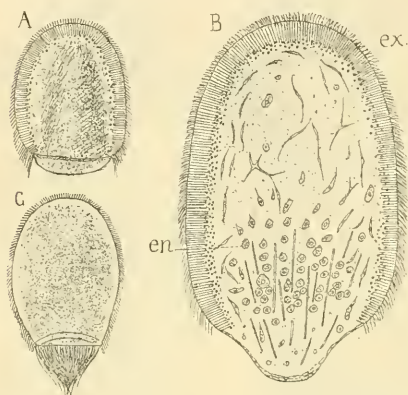


Fig. 22. — Développement des Éponges siliceuses (d'après Maas et Delage). — A, larve à ectoderme uniformément cilié; B, la même plus grossie en coupe optique; C, larve à bouquet de cils au pôle postérieur. — ex., ectoderme; en., endoderme.

qui présente les caractères d'un curieux processus de pseudophagocytose temporaire.

Ainsi, la tendance au retournement des feuilletés est bien forte, puisqu'elle se réalise même dans le cas où il se trouve rendu particulièrement difficile par l'absence de place libre, lui permettant de s'opérer en masse. Entre ces cas extrêmes, de nombreux intermédiaires prennent place, mais ce serait sortir des bornes de cet article que de les discuter. Voilà ce qu'il y a d'essentiel dans le développement. Le reste n'est que du détail qui peut être laissé de côté.

Faisons remarquer seulement un point. Chez les Siliceuses, les cellules amiboïdes sont reconnaissables dès la segmentation et, comme ce sont elles qui deviennent les éléments germinaux, on a là un exemple, d'autant plus remarquable qu'il est assez rare, de continuité objective du plasma germinatif, au sens où l'entend Weismann.

IV. — BIOLOGIE.

On ne sait que peu de choses de la biologie des Éponges.

Ces êtres se rencontrent principalement dans la mer : seule la Spongille et les genres de sa famille peuplent nos rivières et nos étangs. Dans la mer, on les rencontre sous toutes les latitudes et à toutes les profondeurs : depuis les mers polaires jusqu'à l'équateur et depuis un niveau que la mer atteint à peine dans les mortes eaux jusqu'aux abysses où le *Challenger* en a pêché de très curieux, en quantité considérable. Mais il n'en est ainsi que pour l'ensemble du groupe. En ce qui concerne les

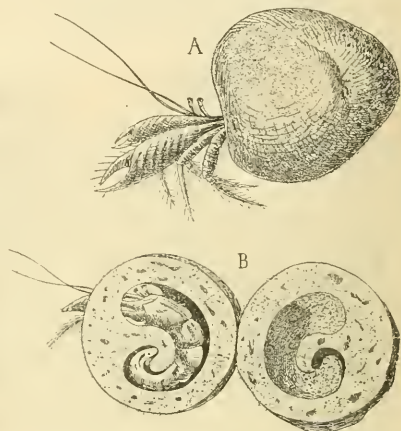


Fig. 23. — *Suberites domuncula*. — A, l'éponge entière fixée sur une coquille de Gastéropode habitée par un Pagure; B, la même, coupée en deux, pour montrer le Pagure à son intérieur (d'après Ceresia).

espèces, certaines sont cosmopolites, tandis que d'autres ont une aire de distribution plus ou moins limitée, soit en latitude, soit en profondeur.

Aucune n'est vraiment libre et flottante; la plupart sont fixées au sol ou à des plantes par une base adhérente; certaines sont ancrées dans la boue du fond par des spicules saillants à leur base [*Lophocalyx* (fig. 24), *Euplectella* (fig. 31), *Hyalonema* (fig. 32)]; une forme de nos côtes, le *Suberites*, se fixe sur une coquille de Gastéropode habitée par un Pagure (Bernard-hermite), et se laisse traîner par lui (fig. 23). Quand elle dépasse les dimensions de la coquille, la cavité hélicoïde de celle-ci se continue dans sa substance moulée sur l'abdomen hélicoïdal du Crustacé. Un autre *Suberites* est saisi par une sorte de Crabe (Dromie), qui le maintient sur son dos avec ses dernières pattes ambulateurs, d'où le nom de *facchini* donné par les Italiens à ces Crabs. On comprend que c'est

là, pour le petit *porte-faix*, une protection, car il se dissimule sous l'Eponge, qui n'est pour aucun animal une proie bien tentante.

L'activité métabolique des Eponges est grande, car ces animaux ont besoin d'un grand renouvellement d'eau; ils se conservent mal dans les aquariums dont ils corrompent l'eau très rapidement. Cependant, leur croissance n'est pas très active. On est peu renseigné à cet égard, mais on estime qu'il faut cinq à six ans au moins à une Eponge commerciale pour devenir adulte. Sans doute, ce nombre doit être sujet à de grandes variations selon les espèces et les climats. Sous nos latitudes, tout au moins, l'Eponge hiverne, passant pendant le froid par une période de vie ralentie, dans la-



Fig. 24. — *Lophocalyx* avec ses bourgeons, repoussés au dehors par les spicules sur lesquels ils sont embrochés (d'après F.-E. Schulze).

quelle bon nombre de ses corbeilles disparaissent pour se reformer au printemps.

La régénération, au sens propre de ce mot, c'est-à-dire la reformation des parties coupées dans leur forme primitive, n'a guère lieu. Mais la plaie se répare par un tissu qui ne diffère en rien du tissu normal, et la croissance continue au niveau de la cicatrice comme ailleurs. Quant au morceau excisé, il meurt s'il est petit, mais, s'il est gros, il peut continuer à vivre comme une Eponge entière. On a même proposé de fonder, sur ce principe, un procédé de multiplication des Eponges.

La coalescence est facile chez ces animaux et, quand deux individus de même espèce croissent côte à côte, ils arrivent à se souder et à ne plus faire qu'un.

Mais il ne faudrait pas croire que toutes les formes dites polyzoïques, à plusieurs oscules, aient une pareille origine. J'ai obtenu moi-même une

Eponge à deux oscules, d'un embryon que j'avais fait fixer sous mes yeux sur une lame de verre.

L'eau de mer contient assez de calcium pour que la formation des spicules des Eponges calcaires ne présente pas de difficulté. Mais il en est autrement pour la silice des Eponges siliceuses. Murray a émis l'idée que cette silice proviendrait de l'argile du fond, décomposée par les sulfures alcalins produits par la décomposition des matières organiques. On a retiré de l'iode des tissus de diverses Eponges.

C'est au printemps, au moins sous nos latitudes, qu'a lieu la fécondation; elle est intérieure, les spermatozoïdes étant amenés vers les œufs par les courants produits par les choanocytes. L'embryon se développe dans les tissus de la mère et s'échappe par l'oscule sous la forme de larve déjà apte à nager. Il se fixe au bout de quelques heures ou, au plus tard, de quelques jours. Les embryons fixés tardivement donnent souvent naissance à des monstres.

En outre de la reproduction sexuelle, certaines Eponges, mais pas toutes, tant s'en faut, se reproduisent par des bourgeons. Ces *bourgeons*, très variables dans leur structure, sont tantôt (*Leucosolenia*, *Lophocalix*, fig. 24) de simples diverticules de la paroi du corps avec toutes ses couches, qui se pédiculisent, se détachent, tombent et se fixent. Ailleurs, ils prennent naissance dans le parenchyme maternel, par un petit nombre de cellules qui se multiplient activement et sortent sous la forme d'une masse morulaire.

Chez la Spongille d'eau douce de nos rivières et de nos étangs, il y a de gros bourgeons de ce genre appelés *statoblastes* (fig. 25), que l'on avait pris à tort pour des œufs d'hiver, qui passent l'hiver en effet et qui sont remarquables par une épaisse enveloppe protectrice soutenue par de curieux spicules en forme de roues couplées, à bord lisse ou denté, que l'on appelle les *amphidisques*, et pourvue d'un *micropyle*.

V. — CLASSIFICATION.

Il serait intéressant de traiter la classification des Eponges au point de vue de la variation progressive des caractères et en en prenant occasion pour décrire les formes remarquables par des caractères exceptionnels. Cela malheureusement nous entraînerait beaucoup au delà des limites de cet article et nous devons nous borner à donner une énumération des grands groupes avec l'indication



Fig. 25. — *Statoblaste de Spongille* (d'après Weltner). — mp., micropyle.

de leur caractéristique et l'énumération des principaux genres qu'ils contiennent.

Nous avons vu que l'on pourrait, en suivant le critérium fourni par le squelette, diviser les Éponges en calcaires, siliceuses, fibreuses et charnues (sans squelette).

Mais l'étude des affinités a montré aux spécialistes que les fibreuses et les charnues se rattachent par tous leurs autres caractères à certains groupes de siliceuses dont elles ne diffèrent que par le squelette. La division en deux classes, Calcaires et Acalcaires, est au contraire très naturelle, car les autres caractères

marchent vraiment de pair avec la nature chimique du squelette.

§ 1. — Calcaires.

Leur nom l'indique, ce sont celles qui ont pour squelette des spicules calcaires. Ces spicules sont

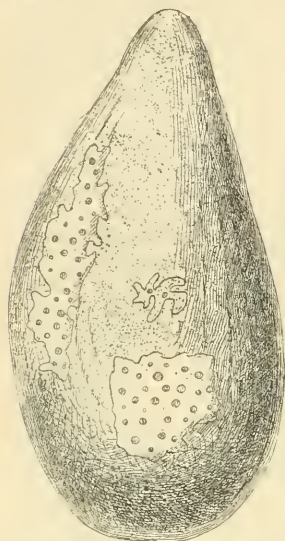


Fig. 26. — *Leucosolenia*, forme réticulée fixée sur une coquille de moule (d'après Lendenfeld).

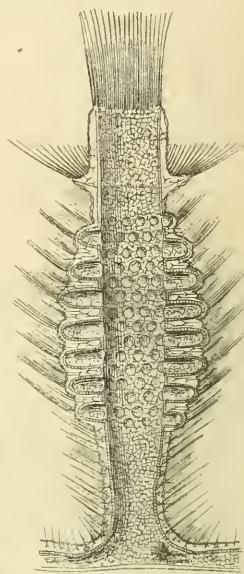


Fig. 29. — Coupe longitudinale d'*Homoderma* (d'après Lendenfeld).

gentiel, soit sous l'épiderme, soit sous la paroi atriale ou parfois dans la profondeur du parenchyme; la quatrième branche, quand elle existe, est orientée radiairement. On divise les calcaires en deux ordres : Homocélides et Hétérocélides.

1. Homocélides. —

Ils ont, comme notre type *Olynthus*, les choanocytes tapissant la cavité atriale qui d'ailleurs peut être simple (*Leucosolenia* (fig. 26), *Acetta* (fig. 1), etc.) ou prolongée en diverticules radiaires (*Homoderma* (fig. 29), etc.).

2. Hétérocélides. —

Ils ont la cavité atriale tapissée de cellules plates comme celles de l'épiderme et les choanocytes disposés en revêtement de diverticules radiaires, tubuleux, de cette cavité (*Sycon* (fig. 30), *Grantia* (fig. 27), *Ute*, *Heteropegma* (fig. 28), etc.); ou bien ces diverticules s'enfoncent plus profondément encore dans le



Fig. 27.

Fig. 27. — *Grantia* (d'après Poléjaeff).

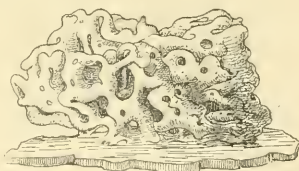
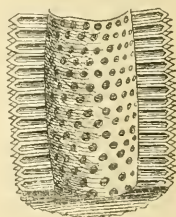


Fig. 28.

Fig. 28. — *Heteropegma* (d'après Poléjaeff).



A



B

Fig. 30. — *Sycon*. — A, individu entier (d'après Poléjaeff); B, portion grossie d'une autre espèce (d'après Claus).

peu variés : ce sont des tétraxiaux revêtant la forme de triactines (trois branches équidivergentes dans un plan), ou des tétractines (triactine plus une branche perpendiculaire au plan des trois autres; les triactines n'étant que des dérivés de précédents par suppression de cette quatrième branche). Les trois branches sont dans le plan tan-

parenchyme et communiquent avec l'atrium par des canaux exhalants (*Leucilla*, *Leucandra*, etc.). Ici se placent de nombreux genres fossiles, réunis par les paléontologistes dans la famille des Pharétrones (*Eudea*, *Celiphia*, etc.), allant du Trias au

Crétacé, dont les spicules fortement intriqués ensemble ont pu être conservés dans leurs rapports par la fossilisation. Ici prend place aussi un curieux genre japonais, *Petrostoma*, dont les spicules sont soudés par des couches communes de calcaire.

§2. — Acalcaires.

Les Acalcaires se divisent en deux grandes sous-classes : les Triaxones et les Démosponges.

1. *Triaxones*.

— Les Triaxones sont caractérisés par leurs spicules triaxiaux et par la grande taille de leurs corbeilles, qui sont en outre tubuleuses. Certaines des Éponges fibreuses se rattachent à ce groupe et cela autorise une division immédiate en deux ordres : les Hexactinellides, à spicules siliceux, et les Hexacératides à squelette fibreux.

a. *Hexactinellides*. — Les Hexactinellides ont donc de

grandes corbeilles tubuleuses en dé à condre (fig. 6, D, E), avec un large apopyle et de nombreux petits prosopyles s'ouvrant directement dans les lacunes inhalantes où la corbeille est plongée; leurs spicules sont essentiellement des hexactines souvent réduits au pentactine ou amplifiés en hexasters avec toutes les variétés de ces formes, en particulier, le floricom de forme si élégante. C'est ici que prend place l'*Euplectella* (fig. 31), cette belle Éponge des grands fonds dans les mers chaudes, dont le squelette, grand tube en dentelle de verre, fait l'ornement des collections; dans son tube, qui représente une vaste cavité

atriale, habite un Crustacé commensal, du groupe des Isopodes, un *Ega*. Ici aussi prennent place, avec beaucoup d'autres, les genres *Asconema*, *Rossella*, *Lophocalyx* (fig. 24), couvert de bourgeons, fixé au fond par un bouquet de spicules anereux, *Hyalonema* (fig. 32) fixé de même, mais par un énorme faisceau de spicules gigantesques qui a l'air d'un écheveau de verre filé sur lequel vit fixé un Polype, le *Polythoa*, que l'on avait longtemps pris pour le constructeur du squelette de silice. Ici prend place aussi, avec bien d'autres, vivants et fossiles, le genre fossile *Protospongia* du Cambrien, qui nous montre les Éponges commençant aux premiers âges de la terre par ses formes les plus primitives.

Toutes ces Hexactinellides appartiennent à un même sous-ordre, celui des *Lyssassidés* à spicules libres, auquel on oppose un deuxième sous-ordre à spicules soudés, celui des *Dictyonidés*, qui comprend, outre un certain nombre de formes vivantes (*Farrea*, *Aphrocallistes*, *Hexactinella*, etc.), un grand nombre de formes disparues (*Tremadictyon*, *Craticularia*, *Ventriculites*, etc.), des terrains secondaires, qui ont dû précisément à ce caractère leur conservation à l'état fossile.

b. *Hexacératides*. — Ce sont des Éponges à grandes corbeilles d'Hexactinellides et à squelette fibreux. Les principaux genres sont : *Darvinella*, *Aplysilla*, etc., et le genre charnu, sans squelette, *Halisarca*.

2. *Démosponges*. — Les Démosponges comprennent toutes les Éponges à corbeilles petites et arrondies. On les appelle souvent *Tetraxones*, en les considérant, mais d'une façon qui semble un peu abusive, comme dérivant toutes d'un type à spicules tétraxiaux. On les divise en

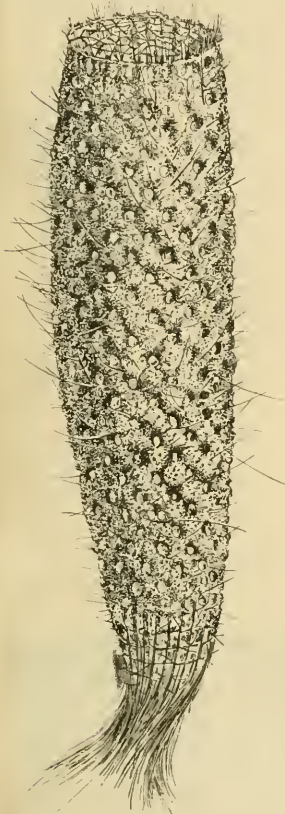


Fig. 31. — *Euplectella* (d'après F.-E. Schulze).

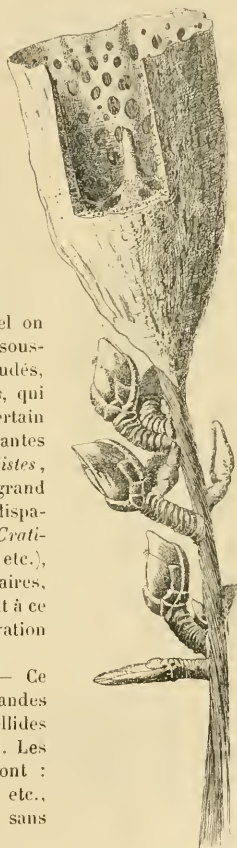


Fig. 32. — *Hyalonema* (d'après F.-E. Schulze). — Sur le pédoncule sont fixés des Cirripèdes.

trois ordres : les Tétractinellides, les Monaxonides et les Monocératides.

a. Tétractinellides. — Ce sont les Éponges à spicules tétraxiaux. On les divise en deux sous-ordres : les Choristidés et les Lithistidés.

Les *Choristidés* ont, comme d'ordinaire, les spicules libres et indépendants. C'est un groupe très riche en genres, mais qui ne diffèrent entre eux que par des caractères peu intéressants, relatifs à la forme et à l'arrangement des spicules. Citons parmi les principaux : *Tetilla*, *Theonea*, *Stelletta*, *Disyrringa*, ce dernier (fig. 33) si curieux avec sa forme sphérique prolongée en deux tubes diamétralement opposés, l'un pour l'entrée, l'autre pour la sortie de l'eau; *Geodiaresemblant* sur la coupe à une géode, grâce à la disposition régulièrement radiaire de ses faisceaux de spicules; *Pachymatisma*, énorme et massive, à oscules contractiles; *Oscarella*, charnue, sans spicules ni fibres, etc.

Le second sous-ordre, celui des *Lithistidés*, a, au contraire, des spicules d'une

sorte particulière, appelés *desmes*, dont les branches se terminent par des tubercules plus ou moins saillants et ramifiés qui s'en-

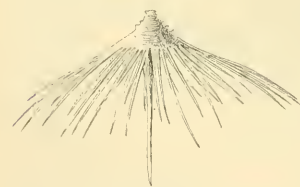


Fig. 34. — *Cladorhiza* (d'après Ridley et Dendy).

grènent de l'un à l'autre de manière à faire de l'ensemble du squelette un tout solide. Certains genres sont vivants *Theonella*, *Desmanthus*, *Corallistes*, *Azoricca*, etc.), mais la plupart sont fossiles, ayant pu être conservés comme tels, grâce à la struc-

ture de leur squelette, dont les éléments ne se dispersent pas après la mort; ils vivaient dans les temps secondaires. Parmi les principaux, citons : *Siphonia*, *Callopegma*, *Jerea*, *Corallidium*, etc.

b. Monaxonides. — Les Monaxonides sont caractérisées par la prépondérance des spicules monaxiaux : l'aiguille, avec ses infinies variétés. C'est à cet ordre qu'appartient la grande majorité des Éponges de nos côtes. Elles sont d'ailleurs le plus souvent peu remarquables, de taille modérée et de forme banale. Nous ne mentionnerons même pas les subdivisions nombreuses établies dans ce groupe sur des caractères insignifiants de spicules, et citerons seulement quelques genres parmi les plus connus ou les plus remarquables : *Tethya*, petite forme massive, arrondie; *Epallax*, jolies, en forme de coupe à pied; *Suberites*, dont nous avons indiqué plus haut (fig. 23) les singuliers rapports avec certains Crustacés; *Poterion* (fig. 35), magnifique Éponge en forme de vase à pied, atteignant 75 centimètres de haut; *Cliona*, qui fait des ravages dans les parcs à huîtres en se fixant sur les coquilles, où elle creuse, par un moyen encore mal élucidé, des galeries; *Spongilla*, la seule (avec les autres genres de la famille) Éponge d'eau douce,



Fig. 35. — *Poterion* (d'après Harting).

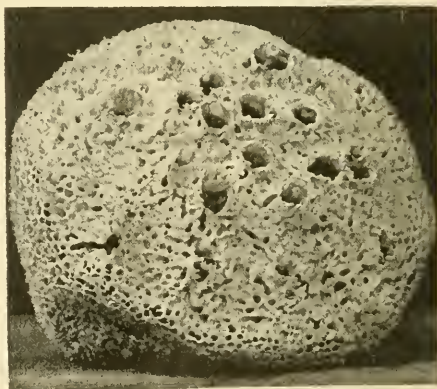


Fig. 36. — *Euspongia* (photographiée d'après nature).

qui habite nos rivières et nos étangs; *Chalina*,

¹ Le meilleur moyen pour s'en débarrasser est de laver les huîtres dans l'eau douce assez longtemps pour que l'éponge meure tandis que l'huître, inquiétée par ces manipulations, reste fermée jusqu'à ce qu'elle se retrouve tranquille dans l'eau de mer.

Reniera, *Halichondria*, *Tedania*, *Esperella*, *Myxilla*, *Axinella*, etc., etc., tous, ou à peu près, chefs de très nombreuses familles. Une mention spéciale pour *Cladorhiza*, curieuse Eponge du *Challenger*, polymorphe et revêtant la forme d'une masse d'armes ou, quand ses branches sont plus longues, d'un parapluie ouvert (fig. 34) dont les baleines, formées de faisceaux de spicules, lui servent à se soutenir sur la vase molle où elle repose.

c. *Monocératides*. — Ce sont celles des Eponges fibreuses qui ont les corbeilles non tubuleuses en dé à coudre comme les Hexacératides, mais petites et sphériques et se rattachent par là aux Démosponges. C'est ici que se trouve l'Eponge de toilette *Euspongia* (fig. 36), qui en est le principal type. Près d'elle, nous trouvons l'*Hippospongia*, à fibres plus grossières mais plus solides, s'imbibant moins bien, mais plus robuste et propre à des usages plus grossiers; *Aplysina* à réseau plus lâche; *Halma* à grains de sable très gros à peine enrobés de spon-gine; *Stelospongia* qui, au contraire, n'a pas de

grains de sable; *Hircinia*, curieuse par la présence de très fins *filaments*, que l'on a longtemps pris pour des parasites mais qui ne sont que des fibres particulières, libres, très longues et très minces, renflées en massue aux deux bouts; *Phoriospongia*, qui a des spicules siliceux en outre de ses fibres; *Aulena*, formé d'un réticulum de lamelles qui lui donne l'aspect d'un gâteau d'abeilles, et bien d'autres encore.

Disons en terminant que les Eponges décrites par Hæckel sous le nom de *Fibreuses des profondeurs* (*Deep Sea Keratosa*), dont ce naturaliste a donné de forts beaux dessins, ne sont sans doute que des Rhizopodes contenant à titre de corps étrangers des fibres d'Eponges, et qu'elles iroient rejoindre son célèbre *Haliphysema*.

Yves Delage,

Professeur de Zoologie à la Sorbonne.

Dans une deuxième partie, M. J. Godefroy étudiera l'industrie et le commerce des Eponges.

LE DANUBE AUSTRO-ALLEMAND

ET LES PROJETS DE JONCTION DE CE FLEUVE AVEC LE MAIN, L'ELBE ET L'ODER

PREMIÈRE PARTIE : RÉGIME DU FLEUVE, JONCTION AVEC LE MAIN

Au mois de septembre 1896 se réunirent, à Dresde, les délégués de vingt-six sociétés de navigation ou canalisation intérieure, dont trois autrichiennes ou hongroises et vingt-trois allemandes — celles-ci presque toutes branches de l'*Union centrale pour le progrès de la navigation sur fleuves et canaux*¹. De ce premier congrès, où figurèrent aussi les représentants de municipalités, chambres de commerce, compagnies industrielles, sortit l'*Association allemande-austro-hongroise de navigation intérieure*². Les secondes assises furent tenues à Vienne en mai 1897, et, cette fois, les autorités et corporations autrichiennes y participèrent plus empressées et plus nombreuses. Le programme des travaux comportait, en quelque sorte, un article unique : jonction du Danube austro-allemand aux trois systèmes du Main, de l'Elbe et de l'Oder. Mais, pour simple que soit l'énoncé, le problème est des plus complexes et des plus hardis : il offre de quoi solliciter les ingénieurs, les économistes, les hommes d'État, et par conséquent aussi les géographes³.

I. — RÉGIME DU DANUBE.

Les destinées que, de longue date déjà, l'on rêvait pour le Danube semblent présomptueuses, à considérer les disgrâces dont ce fleuve est affligé : voltes brusques de direction, dépassements successifs, horreur du contact avec les réseaux voisins, fin mesquine. S'il est vrai que ce manque d'unité ou d'harmonie soit racheté par l'abondance du flot, et, depuis l'entrée dans la plaine hongroise, par la régularité du profil, la section plus proprement austro-allemande, celle que l'on projette de relier aux fleuves d'Allemagne, souffre de vices congénitaux qu'une chirurgie radicale finira sans doute par corriger⁴. Non seulement la Nature n'a

citérons nominativement, et par leur numéro d'ordre. Les numéros 1, 4, IX, X, XVII, XXVIII, donnent les comptes rendus et procès-verbaux des deux premières sessions.

L'organe périodique de l'Association est la *Zeitschrift für Binnenschiffahrt*, qui paraît sous les auspices de l'Union centrale allemande, mais qui a pris maintenant le sous-titre *Verbands-Zeitschrift*, de l'Association allemande austro-hongroise (chez les mêmes éditeurs).

Les questions proprement danubiennes sont traitées dans le *Danubius*, organe périodique du *Donau-Verein*.

⁴ Nous ne nous occupons que de cette section austro-allemande, laissant en dehors de notre étude le Danube hongrois et oriental, dont jusqu'ici la solidarité avec le Danube austro-allemand est plus nominale que réelle.

¹ Central-Verein für Hebung der deutschen Fluss und Kanalschiffahrt.

² Deutsch-Österreichisch-ungarischer Verband für Binnenschiffahrt.

³ L'Association a publié jusqu'ici, chez Siemsen et Troschel, à Berlin, une trentaine de brochures que nous

ni prémédité, ni préparé ces unions; mais elle a, comme à plaisir, accumulé les obstacles : faites ardues à franchir, biefs à travers des contrées mal pourvues d'eau et où l'alimentation sera malaisée; enfin malfaçon du lit fluvial, qui doit être, avant tout, accommodé à un rôle plus important.

On dirait que le Danube s'est plu à s'embarrasser lui-même : au lieu de cheminer par des voies faciles, des dépressions d'avance dessinées, il se fatigue et s'étrangle dans une série de défilés, à travers le Jura souabe-franconien, à travers les éperons alpestres, à travers les monts de Bohême; au lieu de les contourner, il les force: toutes percées parfaitement inutiles, comme le remarque Penck, et qu'expliquent seuls des épisodes géologiques lointains : le Danube a eu le tort primordial de se former trop tôt. Quoi qu'il en soit, nous ne voulons signaler ici que les points faibles pour la navigation, sans nous livrer à une étude du cours et du régime¹.

La grande navigation du Danube a pour tête Ratisbonne. Mais l'amont jusqu'à Ulm mérite-t-il d'être négligé? A Ulm, entre les deux villes bavaroise et wurtembergeoise, le lit, par eaux moyennes, est large de 78 mètres, profond de 1^m.73; ces eaux moyennes ne s'écoulent que lentement; outre que l'afflux de de l'Ille les soutient, la vallée danubienne en ces parages s'étale en quelques amples cuvettes à fond plat, emplies de cailloutis et qui, lors des crues, se convertissent en réservoirs et se débitent avec la baisse. Il est rare que la tranche d'eau ne dépasse pas 1 mètre de hauteur: de 1886 à 1892, on ne compte que huit jours au plus de l'année active (défalcation faite des mois d'hiver où la circulation est arrêtée) où le niveau soit tombé plus bas. Mais l'année 1893 porte à son passif 32 jours; l'année 1895, 100 jours de défaillance². Voilà des chiffres peu encourageants pour la batellerie. Et cependant cette section est-elle vouée à la désolation éternelle? On sait que le port d'Ulm était singulièrement animé autrefois³; que l'essai d'un service

régulier entre Ratisbonne et Donaüwörth, inauguré vers 1845, réussit assez bien jusqu'en 1850; le Trésor bavaïois, puis, en 1863, la « Première Compagnie autrichienne privilégiée de Navigation », prirent l'affaire à leur charge. Cette dernière cessa le trafic en 1874, après l'ouverture de la ligne ferrée de Ratisbonne à Donaüwörth⁴. Les Wurtembergeois protestent contre la concurrence du chemin de fer qui condamne le fleuve à la stérilité : en 1880, la ville d'Ulm a demandé la concession — avec toutes garanties financières désirables — d'un touage jusqu'à Passau. La Bavière ne veut rien entendre et se garde bien d'exécuter les obligations que lui imposent les actes et conventions entre riverains pour la mise en état de la voie fluviale. Le Wurtemberg continue à invoquer — non sans naïveté — le traité de Paris de 1836 et le patronage de la Commission internationale du Danube. On assure qu'avec des dragages, le lit serait désencombré des bancs de graviers roulés par la branche supérieure du fleuve et par l'Ille — cette dernière rivière a subi des corrections récentes sur 32 kilomètres en amont — et qu'ainsi serait maintenu, sans grands sacrifices, un chenal de 1^m.20 de profondeur minima près d'Ulm, avec des taux de débit et de pente satisfaisants, 66 mètres cubes en moyenne à la seconde au confluent de l'Ille et une chute de 1 mètre par kilomètre; la canalisation serait inutile, et d'ailleurs compromise par les apports solides des affluents. Ces améliorations suffiront-elles à ressusciter un trafic plus que moribond? Voici une statistique peu glorieuse : de 1875 à 1884, sont partis d'Ulm quinze bateaux par an, de 1885 à 1894, dix-huit, important, pour la première décade, 1.000 tonnes; pour la seconde, 2.000 tonnes de marchandises à destination de Vienne et de Budapest⁵.

La section de Ratisbonne à Passau a mauvais renom. Elle est obstruée de cailloutis et de bancs vaseux (*haufen*) que charrie surtout la fougueuse Isar. Il est vrai que ces bancs ne sont guère mobiles et ont l'attention de se reformer toujours aux mêmes points; d'ailleurs, ils s'amoindrissent depuis la correction de l'Isar, commencée en 1888⁶. Les berges sont basses, très entamées, sauf dans un passage particulièrement difficile, le *kachlet*, de Hofkirchen à Passau, couloir foré à travers la Forêt de Bavière, où le plafond est constitué par la

¹ Cette étude a été admirablement présentée par PENCK : Die Donau (*Vorträge der Ver. zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien*, année XXXI, fasc. 1^{er}, Vienne, Böhl, 1891). On y trouvera une abondante bibliographie.

CF. E. STUSS : Die Bedeutung der Donau (*Streifblätter Ost. Militär Zeitung*, t. XXVI, 1885, p. 3).

VON SCHWEIGER-LEUCHENFELD : Die Donau als Völkerweg, Schiffahrtsstrasse und Reiseroute (Vienne, Hartleben, 1896).

Les *Donaustudien*, dont quatre ont paru dans les *Mitteilungen* de la Soc. de Géogr. de Vienne, ne sont pas d'un intérêt immédiat pour notre sujet.

² LEIBBRAND : Die Schiffbarkeit der Donau in Württemberg (*Verhandsschr.*, n° XXVII).

³ GÖTZ : Das Donaugebiet mit Rücksicht auf seine Wasserstrassen (Stuttgart, p. 110). Les « boîtes » (*Schachteln*) d'Ulm, type intermédiaire entre le chaland et le radeau, circulent entre ce port et Ratisbonne jusqu'à l'époque où l'occupation de la Hongrie par les Turcs arrête le commerce danubien.

⁴ Sur ces tentatives malheureuses, voir Beschreibung des Oberamts Ulm (Stuttgart, 1897, t. 1^{er}, p. 728).

⁵ De 1845 à 1860, les deux principaux articles du fret étaient le café, venu par le Rhin, et le fromage suisse. Mais l'Autriche a, par des abaissements de tarif, favorisé l'introduction du café par Trieste; les chemins de fer ont accaparé le reste. Aujourd'hui le gros élément est fourni par l'aspalte.

⁶ HENSEL : Die Schiffbarkeit der Donau zwischen Regensburg und Passau (*Verhandsschr.*, n° XXVII, p. 17).

roche nue, où le courant est tumultueux ; le chenal y est réduit à 0^m,90 de profondeur seulement.

Mais, outre ces obstacles¹, la complexion physiologique du fleuve, c'est-à-dire les mouvements de ses eaux, leur immobilisation par la glace entravent la circulation.

Dans le kachlet, près d'un pointement rocheux qu'on nomme le Hönigstein, s'ébauche, dès fin décembre ou début de janvier, une première embacle : peu à peu tout le défilé se prend². La congélation

42 jours, ce qui, en ajoutant la douzaine de jours de charriage et de fonte, réduit la saison active à 310 jours³.

Ce n'est pas tout : il faut compter aussi avec les oscillations du plan d'eau. On a établi, d'après les relevés décennaux en 1885-95, qu'il ne se produit par an que trois jours de gonflement tel que les bateaux soient forcés à l'arrêt⁴. Quant à une baisse telle que la navigation soit, non pas impossible, mais laborieuse, on l'a constatée, de 1886 à 1896, en



Gravé par F. Bornemann, 17, Rue St-Sulpice.

Fig. 1. — Le Danube et ses relations avec le Rhin, l'Elbe et l'Oder.

se poursuit d'aval en amont ; au-dessous de Passau, la poussée de l'Inn, de la Traun, de l'Enns suffit à bousculer les glaçons et à dégager la voie. L'impraticabilité dure généralement jusqu'au milieu de février, mais le nombre des jours de gel a oscillé, dans la période 1877-1897, entre 4 et 82. Si l'on calcule la moyenne, il ressort que la navigation est annuellement interrompue par la glace pendant

moyenne 26 jours par an. Toutes ces causes de chômage ne laissent que 281 jours de parcours utile ou effectif.

Il suffit, pendant ces 281 jours, d'un mouillage de 0^m,90, pour la marche des chalands avec plein chargement de 220 tonnes. Mais ce trafic est d'un rendement trop faible, d'autant plus que le mouvement est sept fois plus accusé à la remonte qu'à

¹ WEBER VON EBENHOF : Die Donau als Verbindungsglied der projektirten deutsch-österreichisch-ungarischen Schifffahrts Kanäle. *Verhandsschr.*, n° VI, p. 23, décrit les travaux de correction exécutés sur le Danube bavarois.

² SWAROWSKY : Die Eisverhältnisse der Donau in Bayern und Oesterreich von 1850-1870 (*Geogr. Abhandl.* V. 1891).

³ N° XXVII, p. 22.

⁴ Cet épisode correspond à une cote de 2^m,35 à l'échelle de Vilshofen.

Les crues se manifestent généralement après la débacle, en janvier, février, mars et une seconde fois en septembre (voir la planche, n° XVII).

la descente. On s'inquiète donc d'aménager le chenal de façon que les bateaux calant 1^m,20 et portant 350 tonnes puissent franchir le passage délicat entre tous, le kachlet¹. D'autres demandent, pour tout le trajet de Passau à Ulm, une profondeur minima de 1^m,70, pour un tirant d'eau de 1^m,30². Il semble, d'ailleurs, que ce dernier ven ait satisfaction pendant une grande partie de la période navigable, tout au moins sur la section de Ratisbonne à Passau.

Section Ratisbonne-Passau³.

ANNÉES	NOMBRE DE JOURS où la profondeur a dépassé 1 ^m ,70	PÉRIODE NAVIGABLE (jours)
—	—	—
1889	206	277
1890	120	304
1891	139	279
1892	182	301
1893	44	286
1894	134	303
1895	124	273
1896	233	272

Les travaux de correction ont-ils amélioré la voie? Les bateliers en doutent, les ingénieurs le contestent⁴. Le gouvernement bavarois vante cependant les résultats obtenus : approfondissement du plafond, redressement des coudes, conversion des bancs de cailloux en prairies verdoyantes, etc. Bref, sécurité des riverains comme des passagers⁵. Ce témoignage de satisfaction n'a pas convaincu les spécialistes, qui affirment qu'en fortifiant les terres pour les protéger contre l'inondation, on a empiré le chenal. C'est qu'en effet la Bavière n'a déployé cet effort que dans l'intérêt de ses agriculteurs.

Aussi, le Danube bavarois est jusqu'ici défectueux. Il manque encore de ports et de refuges contre les crues et les débâcles; entre Ratisbonne et Passau, sur 153 kilomètres, les points de transbordement sont rares ou mal agencés, la plupart sans raccord avec une voie ferrée⁶. Les ingénieurs vouent aussi à l'exécration le vénérable pont de Ratisbonne, que la piété archéologique conserve, mais qui est un obstacle au progrès. Les économistes condamnent une institution non moins archéologique et moyen-âgeuse : la corporation des Chargeurs de Ratisbonne⁷, qui exercent un monopole trop cher; en revanche, on regrette le manque d'une corporation de bateliers experts⁸.

Quel est dans le présent, quel peut être dans l'avenir le rôle économique de cette section du fleuve?

La Bavière émet la prétention officielle que le Danube, dès qu'il touche son territoire, prend la signification et a droit au titre de fleuve international¹. Cette ambition pourrait être justifiée — mais plutôt au détriment de la Bavière. Celle-ci serait niè pêtre pourvoyeuse du trafic. Le plateau subalpin n'a qu'un terrain ingrat et, même produisit-il des moissons luxuriantes, que celles-ci ne trouveraient point d'écoulement par le Danube : car, qu'iraient-elles s'aventurer en Hongrie ou en Orient, pays qui sont des greniers d'abondance? Ce serait (qu'on nous passe l'expression) porter de l'eau à la rivière. Quant aux bois qui proviennent des Alpes, ils sont demandés surtout dans la région rhénane : l'Autriche ni la Hongrie n'en ont besoin². Au contraire, les Bavares redoutent l'invasion des céréales hongroises, serbes, roumaines, bulgares. Il y a peut-être quelque courte vue dans cette politique d'agariens. Si les céréales d'Orient n'arrivent point par le Danube dans le domaine du Zollverein, elles ont assez d'autres entrées. D'autre part, la minoterie bavarroise, que les grains du pays ne suffisent pas à défrayer, ou bien est obligée de se procurer à plus de frais la matière première, ou bien est distancée par l'industrie de l'étranger. On comprend aisément l'aigreur des Hongrois qui revendent non pas l'illusoire liberté de navigation, mais la possibilité effective, sur tout le Danube et rappellent la Bavière à ses obligations³.

Les Hongrois objectent leur propre exemple : ne se sont-ils pas associés à l'œuvre de régularisation des Portes de Fer, au lieu de fermer jalousement leur pays aux blés serbes et roumains? Il ne s'agit pas pour eux, déclarent-ils, d'introduire l'excédent de leurs récoltes en Bavière⁴. Leurs vues ne procèdent pas d'un égoïsme aussi mesquin. Le plan auquel est liée l'amélioration du Danube bavarois est plus grandiose, plus profitable à tous les États riverains : il consiste à enlever au trafic maritime tout ce que le fleuve peut véhiculer jusqu'aux centres de consommation ou de distribution vers l'intérieur. Pour quoi les articles des contrées du bas Danube et de l'Orient, grains, pétrole⁵, laine, cuirs, etc., seraient-

¹ HENSEL, n° XXVII, p. 24.

² WEBER V. EDENHOF, n° VI, p. 48.

³ D'après SUPPAN : *Schiffbarkeit der Donau und ihrer Nebenflüsse* (Verhandsschr., n° XXV, p. 18).

⁴ *Ibid.*, p. 19. Cf. n° XXVI, p. 6.

⁵ On ne peut contester au gouvernement bavarois le mérite d'avoir entrepris sur le réseau hydrographique du royaume une enquête complète. Penck déclare : *Die Donau*, p. 80, n. 10), que la Bavière est, à ce point de vue, le pays le mieux étudié de l'Europe centrale (V. *Ibid.*, l'énumération des publications officielles).

⁶ *Führer auf den deutschen Schifffahrtstrassen* 1892, I, p. 214.

⁷ KLEIN : *Die bayrische Donau*, *Verhandsschr.*, n° XXVI, p. 9.

⁸ HENSEL, n° XXVII, p. 20.

¹ KLEIN, p. 3.

² Voir Götz, p. 88 et suiv.

³ Voir la broch. de Klein n° XXVI, dont le ton est très vif.

⁴ Le rapport centésimal de l'exportation à la consommation par tête d'habitant n'est encore en Hongrie que de 4.3 alors qu'il atteint 15.8 en Serbie, 23 en Bulgarie, 66 en Roumanie.

⁵ Il y a lieu d'appeler — en passant — l'attention sur le pétrole de Roumanie, qui déjà trouve une clientèle en Allemagne, mais dont l'exportation est entravée encore par la cherté des transports (V. *Recueil de Statistique Roumaine*,

ils promènés de Braila ou de Sulina à Rotterdam, de Rotterdam à Mannheim, pour être de là chargés en wagon ?

Le porte-voix des intérêts hongrois a établi par des calculs compliqués¹ que le prix du transport de la tonne de Giurgevo à Ulm, par chaland, est inférieur, tous frais comptés, à celui de la route Braila-Rotterdam-Mannheim (ou Francfort) ; grâce à la transformation du Danube bavarois en une voie européenne, il prophétise la conquête commerciale du Wurtemberg, de la Suisse, de la Saxe, de la Thuringe². Mais au profit de qui ? Les Bava-rois, même avec la perspective de bénéficier du transit, ne pratiqueront sans doute pas le *sic vos non vobis*.

Le Danube autrichien, de Passau à Vienne (qui sera le terme de notre étude), a dû être soumis à un traitement énergique. Comme en Bavière, il entaille dans la montagne des couloirs à l'issue desquels il se ramifie et s'alourdit dans des bassins plats³ ; il a fallu creuser les bras, désobstruer le lit

des protubérances rocheuses qui provoquaient des tourbillons : ainsi, le fameux *Strudela*, près de Grein, que l'on a fait sauter et dont le courant a été discipliné dans un chenal de 80 mètres de largeur, profond de 3 mètres. Mais l'élément de trouble le plus incommode, c'étaient les sables et dépôts vomis par les torrents alpestres et suscitant une perpétuelle instabilité des fonds⁴. Pour assurer à Vienne la maîtrise de cette voie, encore sauvage et incohérente jusqu'aux approches de la Capitale, un lit artificiel a été tracé de plus de 13 kilomètres, avec un profil en travers de 285 mètres pour les crues normales, de 475 mètres pour les pleines crues, de sorte que la nappe de crue peut s'étaler sur 760 mètres ; en période ordinaire, le plafond est atteint à 3^m,20. La phase héroïque de cette opération a duré dix ans, de 1867 à 1878. Elle sera complétée par l'aménagement du canal qui traverse la ville en port d'hivernage ; tous ces travaux feront du bassin viennois comme un foyer de la vie danubienne.

Néanmoins, il n'y a pas encore de solidarité entre le Danube autrichien et le Danube hongrois : le premier, en effet, n'offre aux basses eaux qu'un chemin précaire, semé de hauts fonds et inaccessible à la grande batellerie⁵ ; on compte sur la force mécanique du fleuve resserré pour débayer les matériaux obstruteurs ; en attendant, on dépense 600.000 francs chaque année en dragages. De Presbourg à Vienne, les bateaux doivent s'alléger. On évalue que, de ce chef, la Compagnie privilégiée subit une perte ou plutôt un manque à gagner de 700.000 francs⁶ ; elle a renoncé à construire des chalands d'une jauge de 800 tonnes ; le type normal de 600 tonnes ne porte guère, sur le Danube austro-allemand, avec 1^m,40 de calaison, que 380 tonnes⁷. Avec un mouillage de 1^m,80, le mal serait conjuré. Le plan d'eau a présenté cette condition dans des termes assez oscillants :

par Staicovici et Robin. Bucarest, 1890, p. 100 — avec indications bibliographiques —. Cf. Journal *l'Indépendance Roumaine*, 4-16 juin 1898, n° 6465.

¹ *Ibid.*, p. 23 et suiv. Nous nous garderons de reproduire ces évaluations de tarifs tout individuelles et que nous sommes hors d'état de contrôler. Nous nous contenterons de rapporter les données géographiques. De Giurgevo à Ulm, le trajet de 2.305 kilomètres serait de 41 jours, 578 heures de marche ; en sens inverse, de 12 jours, 161 heures. De Passau à Ulm, le transport aurait lieu par bateaux du type de 480 tonnes, avec un mouillage de 1^m,30, ne chargeant que 360 tonnes. Le coût de la tonne kilométrique, à la montée, serait (en kreutzer), par chaland, pour la section :

Giurgevo-Gönyö.	0,0411
Gönyö-Passau.	0,0137
Passau-Ulm.	0,0631

On voit, par la comparaison de ces chiffres, les conditions de navigabilité sur les trois sections.

² Voici l'état actuel du trafic de l'Allemagne avec l'Autriche-Hongrie, relevé à Passau :

ANNÉES	NOMBRE DE BATEAUX	Jaugeage moyen (tonnes)	TONNAGE moyen (tonnes)
REMONTÉ (importation).			
1891	1.069	306	180
1892	680	307	490
1893	1.966	347	227
1894	808	363	267
1895	585	354	201
1896	918	401	264
DESCENTE (exportation).			
1891	534	290	82
1892	453	298	108
1893	439	331	95
1894	426	337	104
1895	349	378	113
1896	397	418	93

L'importation autrichienne consiste pour les deux tiers en céréales et farines ; l'exportation allemande, en fers, matériaux de construction, huiles grasses. Depuis 1893, l'importation a décliné, elle s'est relevée en 1896. Les expéditions baissent graduellement (*Vierteiljahrshefte zur Statistik des Deutschen Reichs*, 1897, II, p. 72, 1898, I, p. 29).

³ Eferding en amont de Linz. Ardagger en aval. Tullnerfeld. V. Rohrbach : Die Donau von Passau bis Pest (*Ver. Erdk. Metz*, 1893-1894, p. 113-124).

¹ Penck, p. 21 et suiv.

² Les obstacles de la voie sont décrits en détail, avec les conditions de profils de pente, de vitesse, dans le tableau annexé au mémoire de Suppan (n° XXV, p. 46 et suiv.).

³ *Verbandsschr.*, n° VI, p. 47.

⁴ *Verbandsschr.*, n° XXV, p. 15. Entre 1858 et 1896, les bateaux n'ont utilisé qu'un peu plus de la moitié et rarement les deux tiers du jaugeage (de 54 à 66 %) sur la section Ratisbonne-Passau, et les deux tiers environ sur la section Passau-Vienne. La proportion sur les sections les plus favorisées, comme celle de Buda-Pest à Drenova, atteint les trois quarts (*Ibid.*, p. 32).

ANNÉES	NOMBRE DE JOURS où la profondeur a dépassé 1 ^m ,80	PÉRIODE NAVIGABLE (jours)
—	—	—
1889	217	277
1890	142	304
1891	143	279
1892	184	301
1893	174	286
1894	196	303
1895	173	273
1896	225	272

En tous cas, il est nécessaire que le Danube austro-allemand s'anime, s'il doit lui-même communiquer le mouvement aux canaux qui le relieront aux fleuves allemands.

II. — JONCTION DU DANUBE AVEC LE MAIN ET LE RHIN.

De toutes les unions qu'on rêve pour le Danube, celle avec le Rhin semble à première vue la plus immédiatement réalisable¹. Elle est même matériellement accomplie : le canal Louis en est le symbole visible. C'est précisément cette expérience qui décourage les bonnes volontés. L'entreprise, on le sait, tenta Charlemagne, qui ne l'acheva pas; cette gloire fut dévolue au roi Louis I^{er}, dont les esprits chagrins diraient — à tort — que ce ne fut pas la moindre folie. Mais la question du canal de jonction n'est pas la plus épineuse : les autres membres du système laissent, eux aussi, à désirer; le Rhin est hors de cause²; mais le Danube et le Main exigent un remaniement préalable.

Nous ne reviendrons pas sur les défauts du haut Danube. Pour le Main, la première imperfection qui frappe les yeux, c'est la singularité du dessin : les coudes et déviations où la rivière s'égarait en font une voie des plus incommodes : de Bamberg à Aschaffenburg, elle prend le chemin des écoliers, flânant sur 310 kilomètres, alors que le chemin de fer, qui ne pêche pas non plus par rigidité, ne se développe que sur 150 kilomètres. Le courant n'est ni régulier ni copieux; le profil en long dénonce une succession de plans très doux (*senagen*) où la chute est insensible et de bancs de roches ou de graviers (*raine*). A travers ces barages il faudra frayer passage au flot; mais c'est au détriment de l'ampleur du chenal, d'après les spécialistes, que l'on obtiendra ce résultat précaire³. Aussi se prononce-t-on pour la canalisation du Main, de Francfort à Aschaffenburg⁴.

Cette nécessité est admise, encore qu'il soit délicat de concilier l'intérêt du flottage avec celui de la batellerie. Le premier a besoin d'une voie plus impulsive, peut-on dire, et surtout libre; les écluses constituant pour les trains de véritables obstacles. Le bois se résignera-t-il à être embarqué sur bateau?

Une fois le Main canalisé, et le Danube corrigé,

reste à régler le sort du chaînon intermédiaire, le canal Louis. On a tendance de nos jours à réhabiliter ce canal, réduit depuis des années au rôle de grande inutilité. On ne lui rendra quelque activité qu'au prix d'une lutte dispendieuse contre la nature des choses. Le canal, il est vrai, a pour lui le mérite de la possession d'état géographique, c'est-à-dire du tracé le plus heureusement choisi à travers la zone de partage passablement compliquée d'entre Main et Danube⁵. Et ce tracé, avec un bief de 25 kilomètres, avec sa descente par une sorte d'escalier raide sur les deux versants, facilite et prépare, au gré des ingénieurs⁶, les transformations de la technique moderne, qui préfère les brusques retombées soit par écluses soit par plans inclinés. Mais ce canal pâtit d'un vice organique : il est, comme on le lui a reproché, un canal à sec; sur le palier de calcaire jurassique qu'il franchit, la pluie se perd profondément et les horizons de source ne se dessinent que très loin en contre-bas. Le mal est-il incurable? Les eaux dans la région sont abondantes, et l'on se demande pourquoi l'on ne capterait pas dans des réservoirs la nappe et le réseau souterrains. D'ailleurs, l'optimisme se recommande jusqu'à plus complète exploration de ces parages méconnus⁷.

Les difficultés d'ordre économique et moral sont-elles aussi solubles? D'abord suffira-t-il de pousser la canalisation du Main jusqu'à Aschaffenburg et ne sera-t-on pas amené à la prolonger jusqu'à la tête de ligne du canal Louis, à Bamberg, travail devant lequel on recule justement? Ou bien, si l'on raccorde le canal à Aschaffenburg, ne suscitera-t-on pas les prétentions rivales de Würzburg et de Bamberg? En tous cas, le centre vital sera Nuremberg, métropole commerciale de tout cet arrière-pays franconien.

Un grief plus sérieux contre la restauration du canal, c'est que le trafic d'entre Rhin et Danube use du chemin de fer, plus commode à tous les points de vue. Le mouvement du canal est tombé à un chiffre infime⁸. Sera-t-il possible à la future voie

léser le flottage, qui fait vivre « un groupe non seulement industriel, mais social ». (G. SCHANZ : *Die Ketteneschleppschiffahrt auf dem Main*, Bamberg, 1893, p. 50).

¹ GÜNTHER : *Geographische Gesichtspunkte. Verbandschr.*, n° III, p. 17.

² REVERDY : *Ibid.*, p. 26.

³ GÜNTHER : *Ibid.*, p. 12.

⁴ En 1891, le mouvement du port de Bamberg se chiffrait par 254 bateaux avec un chargement de 2.750 tonnes; en 1892, 522 bateaux portant 4.020 tonnes de fret utile. La plus grosse part du trafic est originaire du Danube. — Nuremberg a vu transiter, ou a reçu, en 1892, près de 1.300 bateaux, d'un tonnage effectif de 44.000 unités bois et pétrole, venant de l'amont, c'est-à-dire du Danube. Les bateaux s'en retournent la plupart à vide, 336 sur 457 qui sont partis à la remonte, emportant 2.750 tonnes, alors que le jaugeage en comporterait 55.000 environ.

⁵ Voir B. AUERBACH : *Etude sur le régime et la navigation du Rhin* (*Ann. de Géographie*, 5 janvier 1893).

⁶ REVERDY : *Technische Gesichtspunkte für den Entwurf einer Donau-Main Wasserstrasse* (*Verbandschr.*, n° III, p. 21).

⁷ On sait que, de Francfort à Mayence, la canalisation est faite; en amont de Francfort la navigation a lieu par touage, et en amont d'Aschaffenburg par halage.

⁸ Le gouvernement bavarois prend à cœur de ne pas

navigable d'exercer contre la voie ferrée un droit de répétition¹? Malaisément, car, pour couvrir les frais de premier établissement, d'amortissement, etc., les tarifs devront être élevés². Peut-on se promettre un accroissement rémunérateur du trafic? Outre les houilles de la Ruhr, afflueront celles de la Saar et des bassins bohémiens, et si, un jour, le réseau est complété par l'ouverture d'un canal du Danube à Munich³, l'industrie bavaroise sera copieusement défrayée. Mais, si l'on en juge par l'opposition des agriculteurs bavarois, ce n'est pas le transport des céréales hongroises et orientales qui fournira de grosses recettes. Pour calmer les appréhensions de cette classe d'intéressés, on les leurre de l'espoir que leurs terres assoiffées seront irriguées par le canal, alors que celui-ci souffrira

peut-être d'indigence, mais jamais d'hydropisie⁴. Les champions de l'œuvre font miroiter d'autres perspectives, telles que la concession de terrains le long du canal, et, sur cette lisière, ils voient éclore usines et fabriques, sans songer que les indemnités d'expropriation enlèveront prodigieusement le compte du premier établissement. A l'heure actuelle donc, la jonction du Rhin au Danube par un système de grande navigation est un souhait pieux, mais lointain.

Dans un prochain article, nous terminerons cette étude en traitant de la jonction du Danube avec l'Elbe et l'Oder.

B. Auerbach,
Professeur de Géographie
à l'Université de Nancy.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE L'ORIGINE DU FACIAL SUPÉRIEUR

Dans un travail antérieur, paru dans cette *Revue* même¹, j'ai montré que la section d'un nerf détermine, dans ses cellules d'origine, des modifications de réaction constatables au microscope. Ces modifications, qui ont été décrites pour la première fois par Nissl, et confirmées depuis par un grand nombre d'auteurs (Marinesco, Ballet et Dutil, Lugaro, Van Gehuchten), consistent dans la dissolution des éléments chromatophiles, dissolution à laquelle j'ai donné le nom de *chromatolyse*; en outre, le noyau de la cellule n'occupe plus la partie centrale du protoplasma. La connaissance de ces altérations cellulaires a ouvert l'ère moderne de la pathologie de la cellule nerveuse. Les découvertes se sont succédé rapidement et, aujourd'hui, grâce aux travailleurs des différents pays, nous possédons une biographie très riche concernant ce sujet. Mais, de plus, la chromatolyse qui suit les sections nerveuses a permis d'étudier

l'origine de certains nerfs pour lesquels l'anatomie descriptive et la physiologie étaient complètement impuissantes. Les sciences biologiques se sont servies, au commencement, des méthodes élémentaires simples, et les premières notions sur l'origine des nerfs ont été dues aux regards sagaces de certains observateurs. Mais l'œil le plus fin et le scalpel le plus habile ne vont pas au delà de certaines limites, et alors le biologiste doit attendre la découverte de nouvelles méthodes qui apporteront de nouveaux résultats. C'est ce qui est arrivé pour cette question, si importante, de l'origine du facial supérieur, que nous allons étudier.

1

Autrefois, quelques auteurs, de grand mérite d'ailleurs, à la tête desquels se trouvait M. Duval, ont admis que le faisceau radiaire du facial, en contournant le noyau d'origine du nerf oculomoteur externe, recevait de ce noyau un certain nombre de filets moteurs constituant la source d'innervation du facial supérieur. Cette opinion erronée, qui a régné en maîtresse absolue pendant un certain temps, a été singulièrement favorisée par la difficulté où se trouvaient la plupart des cliniciens de comprendre l'intégrité, tout au moins apparente, des muscles innervés par le facial supérieur dans l'hémiplégie vulgaire. Il est intéressant de faire remarquer combien ces deux opinions se sont appuyées mutuellement et ont trouvé pour les

¹ Nördling (Die Selbstkosten des Eisenbahn-Transports und die Wasserstrassenfrage in Frankreich, Preussen und Oesterreich Vienne, 1895). L'auteur est un adversaire des voies navigables et préconise les chemins de fer, p. 161, proclame que le canal ne peut être sacrifié puisqu'il est dans la même main que le chemin de fer.

² On estime la dépense totale à 150 millions. SYMPHER (Wirtschaftliche Gesichtspunkte Verbandsschr., n° III, p. 32) conseille d'échelonner les travaux sur 20 ans, en commençant par un raccord à Aschaffenburg; jusqu'à ce point seraient amenés les charbons de la Ruhr, que les chemins de fer bavarois y chargeraient, ce qui procurerait une notable économie (Cf. SCHÄTZ : Die Kettenschleppschiffahrt, p. 95).

³ Ueber das Projekt eines Zweig-Kanals von München zur Donau (Verbandsschr., n° XVII, p. 28-37).

⁴ G. MARINESCO : L'histopathologie de la cellule nerveuse. *Revue générale des Sciences* du 30 mai 1897.

¹ MEITZEN (Verbandsschr., n° III, p. 43).

soutenir quelques savants très remarquables. Le grand Charcot avait admis de son temps que, dans l'hémiplégie, les trois muscles innervés par le facial supérieur, c'est-à-dire le frontal, le sourcilier et l'orbiculaire des paupières, demeurent indemnes de la paralysie qui frappe les muscles innervés par la branche inférieure du facial. On a eu recours à différentes hypothèses pour expliquer cette indemnité à la paralysie; celle qui a souri le plus aux neurologistes et aux anatomistes, c'est l'existence des deux centres différents pour le facial supérieur et le facial inférieur.

L'opinion de Mathias Duval, qui plaçait l'origine du facial supérieur dans le noyau du moteur oculo-externe, satisfaisait la plupart des esprits. Ce dualisme pour l'innervation bulbo-protubérantielle du facial supérieur a été admis également pour l'innervation corticale. Il y aurait, dans le cerveau, deux centres qui pourraient être atteints d'une manière indépendante.

Le processus pathologique laisserait intact le centre du facial supérieur, d'où il résulte l'intégrité des trois muscles dont nous venons de parler dans les différents cas d'hémiplégie.

Cette hypothèse, si séduisante qu'elle puisse paraître, n'en est pas moins inexacte. En effet, les cliniciens qui ont soutenu que le facial supérieur reste indemne de paralysie dans les différents cas d'hémiplégie d'origine cérébrale, ont peut-être trop tenu compte du fait qu'il n'y a pas une grosse paralysie analogue à celle que détermine la paralysie périphérique du nerf facial; car, en réalité, il existe, dans presque tous les cas, un degré plus ou moins léger ou plus ou moins marqué de paralysie du facial supérieur. Ce fait a été reconnu déjà depuis quelque temps par Potain, Berger, Revilliod, etc., et, plus récemment encore, par deux auteurs italiens, Gugliese et Milla. Les recherches auxquelles je me suis livré dans mon service des maladies nerveuses de l'hôpital Pantelimon prouvent, avec la dernière évidence, que presque tous les malades atteints d'hémiplégie cérébrale présentent ou bien de la paralysie des muscles innervés par le facial supérieur, ou bien de la contracture. La paralysie ou la paralysie sont beaucoup plus marquées immédiatement après l'attaque hémiplégique et finissent par s'atténuer quelque temps après cette attaque. La contracture s'observe souvent dans les cas où l'on a pratiqué la faradisation des muscles de la face atteints de paralysie. Il est facile de constater la paralysie dont nous venons de parler par l'inspection simple de la moitié de la face correspondante à l'hémiplégie, mais l'insuffisance musculaire est encore plus manifeste si on fait fermer les yeux au malade, en essayant ensuite le degré de résistance des orbiculaires.

Ces constatations cliniques démontrent que le facial supérieur est pris dans l'hémiplégie et que, fort probablement, le centre cortical qui anime des mouvements les trois muscles : l'orbiculaire des paupières, le sourcilier et le frontal, se trouve dans la zone rolandique ou dans son voisinage. Cette conclusion semble être confirmée par les recherches des physiologistes anglais, recherches que j'ai exposées dans une lettre de Londres publiée dans la *Semaine médicale*¹. En effet, le célèbre physiologiste Ferrier a montré, pour la première fois, que l'excitation de certains points du lobe frontal détermine des mouvements synergiques des muscles droit, interne gauche et droit externe du côté droit, associés à des mouvements de la tête. Broadbent a appliqué à la clinique cette notion de bilatéralité des mouvements et a expliqué ainsi pourquoi le facial supérieur est plus ou moins respecté dans l'hémiplégie, chaque hémisphère cérébral exerçant son influence sur les muscles des deux globes oculaires. Mott et Schaefer, et ensuite Russel, ont confirmé par de nombreuses expériences cette action bilatérale des hémisphères sur les mouvements des globes oculaires.

Les recherches d'histologie pure ne sont pas non plus de nature à confirmer l'opinion des auteurs qui avaient admis que le centre bulbaire du facial supérieur se trouve dans le moteur oculo-externe ou bien dans un noyau quelconque dont le siège est inconnu. Les études histologiques de Cajal et Van Gehuchten ont montré que cette opinion était inadmissible. Du reste, des auteurs plus anciens, comme Stieda, Gudden, Krause, Kahler, Obersteiner, ont nié tout rapport entre le noyau du facial et celui du moteur oculo-externe. Gudden même montra que l'arrachement du nerf facial dans le canal de Fallope ne détermine d'altérations que dans le noyau du facial, tandis que celui du moteur oculaire externe reste intact. Cette expérience prouve d'une manière péremptoire que le moteur oculaire externe ne donne pas des fibres d'innervation aux muscles qui constituent la zone du facial supérieur. Plus récemment, Mendel a pratiqué sur le lapin et sur le cobaye la résection des deux paupières, des muscles orbiculaires et du frontal. Il a constaté, après cette expérience, l'intégrité du noyau du moteur oculaire externe, tandis qu'il a vu une dégénérescence manifeste d'une partie des cellules du moteur oculaire commun du même côté que les muscles détruits. L'opinion de Mendel a été beaucoup discutée; soutenue par les uns, contredite par les autres, elle n'est pas encore assise sur des bases solides.

¹ G. MARINESCO : Lettres d'Angleterre. La théorie des localisations en Angleterre et ses applications à la clinique. *Semaine médicale* du 13 mai 1886.

II

C'est dans le but d'élucider ce problème si intéressant de l'origine du facial supérieur que j'ai entrepris les quelques expériences qui suivent.

La méthode employée est celle de la réaction que détermine dans un centre nerveux la section des fibres qui partent de ce noyau. En conséquence, j'ai réséqué le facial supérieur chez quelques animaux (chiens de préférence) et laissé vivre ces animaux de dix à quinze jours. Après avoir sacrifié les animaux et durci le bulbe et la protubérance dans du formol à 10 %, j'ai pratiqué des coupes sérieuses sur toute l'étendue du noyau du facial. J'ai pu constater de cette manière quelques particularités intéressantes de structure pour la question qui nous occupe. Sans entrer en des détails circonstanciés à propos de cette structure, je ferai remarquer qu'il y a lieu d'admettre, dans le noyau du facial, trois régions :

1° Une région inférieure, où le noyau du facial est constitué par une masse compacte de cellules multipolaires ayant 40-60 μ ; ce noyau est bien circonscrit ;

2° Une région moyenne de ce noyau, où le facial a une structure plus complète. A ce niveau, il est constitué par trois noyaux secondaires : un *noyau externe*; un autre moyen ou *noyau secondaire médian*, et un troisième interne (fig. 1 et 2);

3° Enfin une région supérieure, où les noyaux sont remplacés par un noyau unique.

Même dans ces trois noyaux secondaires, on pourrait admettre des subdivisions, les noyaux externe et médian contenant un segment antérieur et un segment postérieur. Quoi qu'il en soit, si, au point de vue de leur structure, les noyaux secondaires externe et médian se ressemblent, étant composés de cellules grandes, analogues à celles des autres noyaux moteurs, par contre, le noyau interne est composé de petites cellules polymorphes.

De par la structure des noyaux, on doit donc admettre que le noyau du facial, tout au moins dans sa partie moyenne, est un noyau complexe, c'est-à-dire qu'il contient plusieurs types cellulaires disposés par groupes. Voyons ce que nous enseigne à présent l'expérience.

Si l'on vient à couper chez un chien le tronc du nerf facial à son point d'émergence, on constate, six à huit jours après, une réaction très manifeste dans la plupart des cellules du noyau du facial et sur toute son étendue. Ainsi, si l'on étudie une coupe pratiquée au niveau du tiers moyen de la colonne grise qui constitue l'origine de ce nerf, la réaction cellulaire existe dans tous les noyaux secondaires dont nous venons de parler : le noyau interne, avec ses cellules variables comme forme et volume, les noyaux se-

condaires médian et externe présentent des cellules en état de réaction (fig. 1). Les cellules en chromatolyse se distinguent, même à faible grossissement, par leur volume, qui est un peu augmenté, et par leur pâleur, due à la dissolution de leurs éléments chromatophiles.

Si, au lieu de pratiquer la section du tronc du facial, on résèque seulement sa branche supérieure, celle qui se rend au frontal, à l'orbiculaire et au sourcilier, alors la réaction reste cantonnée dans le groupe moyen, c'est-à-dire dans le noyau secondaire moyen du facial, et plus particulièrement dans son segment postérieur (fig. 2).

La réaction a son maximum dans l'extrémité inférieure du noyau du facial et diminue à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité supérieure.

On peut conclure de cette expérience que l'ori-



Fig. 1. — Section du tronc du nerf facial gauche (coupe pratiquée au niveau du tiers moyen de son noyau). — GE, noyau secondaire externe; Sam, segment antérieur du noyau secondaire médian; Spm, segment postérieur du noyau secondaire médian; GI, noyau secondaire interne à cellules polymorphes. — La plupart des cellules de tous ces noyaux sont en chromatolyse. (Les détails des cellules en chromatolyse ne sont pas bien visibles, à cause du faible grossissement de la figure.)

gine du facial supérieur, chez le chien, se trouve dans le noyau commun du facial. Cette constatation, si simple en apparence, a une grande portée doctrinale, parce qu'elle détruit l'opinion classique qui a dominé dans la science pendant longtemps; elle prouve, en outre, que les différents noyaux secondaires qui constituent le noyau primaire ou mieux le noyau commun du facial sont affectés à l'innervation des différents territoires musculaires de la face.

III

Pour compléter ces recherches sur l'origine du facial supérieur, j'ai fait quelques expériences analogues chez le lapin.

Ici, comme chez le chien, on peut distinguer, dans la partie moyenne, trois noyaux principaux : le noyau interne, le noyau moyen et le noyau externe.

Le noyau interne, chez le lapin, n'est pas constitué, comme chez le chien, par un si grand nombre de petites cellules, peu riches en substances chromatiques. Le noyau moyen a une conformation spéciale qui mérite d'être relevée. Considéré d'une manière générale, ce noyau a la forme d'un croissant plus ou moins régulier, dont le bord concave regarde la périphérie de la moelle allongée; l'extrémité antérieure de ce croissant avance moins en avant que les extrémités des noyaux interne et externe, tandis que son extrémité postérieure recourbée se dirige en arrière et en dehors de la ligne médiane, dépassant ainsi les extrémités postérieures des mêmes noyaux. En somme, la partie postérieure de ce noyau, au lieu de suivre une direction oblique, comme chez le chien, subit une espèce de mouvement de rotation qui fait que l'extrémité postérieure est rejetée, en dehors, contournant ainsi légèrement le noyau externe du facial.

La direction générale des cellules situées à la partie postérieure du noyau médian du lapin prouve qu'elles font partie, anatomiquement parlant, du groupe moyen. Qu'arrive-t-il à présent si l'on arrache ou si l'on sectionne le facial supérieur chez le lapin?

On constate une réaction dans la partie la plus postérieure du noyau moyen. Entre la région altérée et le reste du même noyau, il existe parfois quelques trainées de cellules en réaction, qui constituent le trait d'union entre ces deux parties. Sur d'autres coupes, au contraire, les cellules altérées sont isolées, et on a là l'illusion de se trouver en face d'un noyau indépendant, sans connexion aucune avec le reste du noyau.

Enfin parfois, il existe des cellules en réaction non seulement dans cette partie postérieure du noyau moyen, mais également dans la partie dorsale du même noyau. Cette description nous montre qu'il n'y a pas lieu de faire une distinction essen-

tielle entre la localisation du noyau facial supérieur, chez le chien et chez le lapin.

En d'autres mots, la partie postérieure du noyau moyen du lapin n'a d'autre signification anatomique et physiologique que celle du segment postérieur du noyau médian du chien. Si j'insiste avec quelques détails sur cette question, c'est pour relever une erreur, probablement involontaire, du professeur Van Gehuchten qui, dans un travail récent, veut faire de son noyau postérieur un noyau à part et sans homologie avec mon segment postérieur du noyau moyen. J'espère que mon collègue pense avec moi, qu'en changeant le nom d'une région anatomique, on ne change pas sa signification et

son importance: car, si je ne me trompe, c'est une véritable découverte de montrer, comme je l'ai fait, que le noyau du facial supérieur se trouve dans le noyau commun du facial, fait qui n'avait pas encore été prévu.

IV

Quelle est la situation qu'occupe le facial inférieur dans le noyau com-

mune du facial? C'est également l'expérience qui répondra à cette question. Quoique mes recherches sur ce sujet ne soient pas encore terminées, je peux dire cependant que son noyau bulbaire est représenté par le groupe externe du noyau commun du facial.

Quelques auteurs, comme Stieda, Nissl, Oberschneider, Van Gehuchten et Cajal, ont admis un entrecroisement partiel des fibres radiculaires du facial, entrecroisement que Duval et Kolliker ont nié d'une manière formelle; cependant, l'expérience a montré que cet entrecroisement existe bien. Ainsi, si on coupe le tronc du facial chez un lapin, comme Nissl l'a fait, ou bien chez un chien, comme je l'ai fait, on constate toujours, non seulement une réaction dans le noyau homo-latéral du facial, mais également une réaction partielle dans le noyau contre-latéral.

G. Marinesco,

Professeur suppléant à la Clinique des maladies du système nerveux de Bucarest.

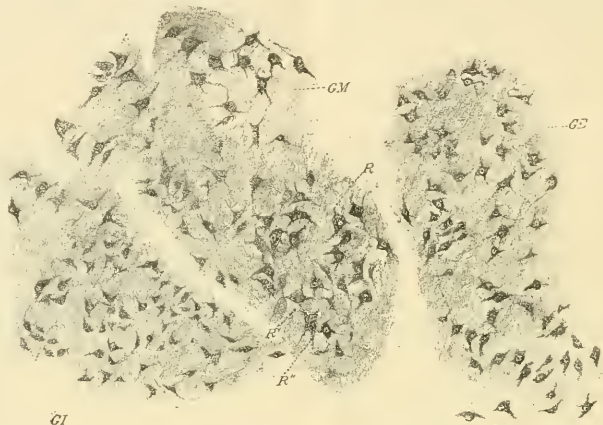


Fig. 2. — Section du facial supérieur du côté droit (coupe pratiquée au niveau du tiers moyen). — GE, noyau secondaire externe; GM, noyau secondaire médian. (Les cellules de son segment postérieur présentent la réaction à distance: R, R', R''); GI, noyau secondaire interne constitué par des cellules polymorphes.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Routh (E.-J.), Membre de la Société Royale de Londres, Professeur à l'Université de Cambridge. — *Die Dynamik der Systeme starrer Körper*. 1^{er} Band : *Die Elemente*. (Traduction allemande de M. A. Scheppl.) — 1 vol. in-8° de 472 pages avec 57 figures. B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1898.

Il est banal aujourd'hui de parler de la supériorité des Anglo-Saxons, comme si cette supériorité était incontestable en tous les domaines. Sans aller aussi loin, nous pouvons dire que les Anglo-Saxons sont différents de nous, supérieurs en plus d'un point, plus originaux peut-être, plus hardis aussi et plus confiants en eux-mêmes. Mais, si nous avons beaucoup à apprendre dans les ouvrages anglais, nos confrères d'Outre-Manche avouent sans détour que la chose est très réciproque. D'ici comme de là sortent des idées et des méthodes; on gagne à les posséder, et surtout on perd à s'ignorer les uns les autres. C'est pour cela qu'il peut être fort utile d'étudier un ouvrage comme celui de M. Routh, fut-ce dans une traduction allemande, étant donné surtout que cet ouvrage a subi l'épreuve de six éditions anglaises.

Ce qui le différencie des traités auxquels nous sommes habitués, c'est d'abord que, malgré son sous-titre, cet ouvrage n'est point encombré de ce que nous nommons les *éléments* de la Mécanique. De définitions peu ou point, d'une sévère ordonnance, d'une suite rigoureusement logique pas beaucoup plus. Mais, en revanche, combien d'attrait, combien de vues neuves et de problèmes intéressants, combien surtout d'allusions à ce qui est tangible et à ce qui trouve un point de repère dans l'esprit mûr pour l'observation !

L'une des caractéristiques de l'ouvrage est que chacun de ses chapitres forme, pour ainsi dire, une monographie séparée, ayant, avec le reste, les liens les plus nécessaires sans rien de plus, et se suffisant à lui-même.

La liste des chapitres montrera bien cette séparation; les voici : Les moments d'inertie; le principe de d'Alembert; le mouvement autour d'un axe fixe; le mouvement plan; le mouvement à trois dimensions; la quantité de mouvement; la force vive; les équations de Lagrange; les petites oscillations; enfin un chapitre où sont traités quelques problèmes détachés, en particulier les mouvements oscillatoires dans un milieu résistant ou sur une surface rugueuse, les théorèmes d'Euler et le théorème de M. Appell, relatif aux tautochrones. Ce dernier exemple montre combien l'ouvrage est moderne et combien l'auteur est au courant des travaux étrangers.

Le chapitre le plus original est peut-être celui qui traite des équations de Lagrange. Ici, l'auteur développe les calculs en fonction des impulsions au lieu des vitesses, suivant une méthode qui lui est personnelle, et qui s'est montrée très féconde dans les travaux de Helmholtz et de Hertz relatifs aux systèmes cycliques.

Malgré l'élévation des questions qui y sont traitées, l'ouvrage est d'une lecture facile, toutes proportions gardées, bien entendu; les difficultés viendront, paraît-il, dans le second volume. Plus aussi, les problèmes nombreux et fort bien choisis, qui terminent chaque chapitre, accroissent l'intérêt de la lecture. Voici l'un des premiers de ces problèmes : « Démontrer que l'ellipse d'inertie d'une lame triangulaire pour l'un de ses sommets est tangente au milieu du côté opposé, et coupe en leur milieu les côtés adjacents. »

A mesure que l'on avance dans l'ouvrage, les problèmes deviennent plus difficiles; beaucoup sont em-

pruntés au *Mathematical tripos* et au *Go in for honours* de Cambridge. Plusieurs sont relatifs à la physique du globe, aux dégâts produits par les tremblements de terre, et incomplètement ou faussement expliqués par les premiers observateurs.

On reconnaîtra, dans ce choix, la plus évidente des supériorités de l'enseignement anglo-saxon. Nous pourrions, sans forcer notre talent, lui faire de très utiles emprunts.

CH.-ED. GUILLAUME,

Physicien au Bureau International des Poids et Mesures.

Borel (Emile), Maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure. — *Leçons sur la Théorie des Fonctions*. — 1 vol. in-8° de 136 pages (Prix : 3 fr. 50). Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1898.

Cet ouvrage, inspiré par des leçons qu'a faites l'auteur à l'Ecole Normale, a pour objet la théorie des ensembles considérée surtout au point de vue des applications à la théorie générale des fonctions.

La notion d'ensemble ou de collection d'objets, en nombre fini ou infini, est primordiale; elle appelle immédiatement la question suivante : Quand un ensemble d'une infinité d'objets peut-il être considéré comme *mathématiquement* donné ? Le cas le plus simple est celui d'un ensemble *dénombrable*, c'est-à-dire dont les objets peuvent être rangés dans l'ordre des entiers consécutifs 1, 2, ..., n , ..., en sorte qu'on puisse les représenter par les termes d'une suite indéfinie telle que $u_1, u_2, u_3, \dots, u_n, \dots$.

Mais il existe des ensembles non dénombrables; tel est, par exemple, celui de *tous* les nombres réels compris entre 0 et 1; et comme le fait, pour ce dernier ensemble, résulte, au fond, de la notion de continuité, on dit que cet ensemble non dénombrable a la *puissance du continu*. Les premiers chapitres du livre sont consacrés au développement de ces notions fondamentales; notamment, l'ensemble des nombres *algébriques*, ou racines des équations algébriques à coefficients entiers, y est étudié, et on montre qu'il est *dénombrable*; d'où résulte l'existence de nombres non algébriques ou *transcendants* (par exemple e et π); à ce propos, l'auteur rappelle une proposition fondamentale de Liouville sur l'approximation des nombres algébriques, et il montre qu'elle ne les caractérise pas. Enfin, s'introduit la notion d'ensemble *dérivé*, qui conduit à l'étude des ensembles *parfaits* et des ensembles *mesurables*. Des notes, placées à la fin du volume, complètent cette première partie.

La seconde partie renferme des applications à la théorie des fonctions. M. Borel s'occupe d'abord de la question du prolongement d'une fonction analytique, au moyen de la série de Taylor, et il établit cette importante proposition due à M. Poincaré : On peut définir toute fonction analytique au moyen d'une infinité *dénombrable* d'éléments de forme entière $P_n(z-a)$; puis il pose la question générale de la représentation d'une fonction analytique dans son domaine naturel d'existence au moyen d'une expression analytique *unique*; il rappelle qu'une solution du problème a été obtenue par MM. Runge et Painlevé à l'aide de séries de fractions rationnelles, et cela d'une infinité de manières pour une même fonction; puis il expose la méthode célèbre de M. Mittag-Leffler, qui s'applique à un cas très étendu et qui a l'avantage de mettre en relief les singularités de la fonction; il reprend ensuite quelques recherches personnelles, et termine en indiquant ce qui reste encore à faire sur ce difficile sujet.

Tel est le résumé succinct de ce très intéressant

ouvrage, où l'on retrouve, avec la connaissance approfondie de la matière, les qualités de clarté et de pénétration habituelles à l'auteur.

M. LELIEUVRE,
Professeur au Lycée,
Chargé de Conférences à l'Université de Caen.

2° Sciences physiques

Aries (E.), Chef de bataillon du Génie. — Thermodynamique des Systèmes homogènes. — 1 vol. in-16 de 174 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Gauthiers-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris, 1898.

La Revue a signalé, l'année dernière, un volume de l'Encyclopédie des Aide-Mémoire intitulé : *Chaleur et Énergie*, et consacré à l'exposition des principes de la Thermodynamique. L'auteur, M. le commandant Aries, publie aujourd'hui un second volume consacré à la Thermo-dynamique des systèmes homogènes.

Les ouvrages de M. Aries ne correspondent guère au titre général du Recueil dont ils font partie; cette remarque n'a nullement, d'ailleurs, le caractère d'un reproche, bien au contraire. Ce sont de véritables mémoires scientifiques; ils représentent le résultat d'un travail considérable de leur auteur pour arriver à exposer clairement ces questions si délicates de la Thermodynamique et ils sont remplis d'idées originales et toujours intéressantes.

Le point le plus saillant du petit livre que nous signalons aujourd'hui, et qui est consacré à l'étude des gaz parfaits, des mélanges de gaz parfaits et à l'équilibre chimique dans les systèmes homogènes, consiste en un essai de théorie de ce dernier problème dans lequel l'auteur n'a pas eu recours à l'hypothèse de Gibbs qui sert de base à la plupart des théories édifiées jusqu'à présent.

On sait que l'hypothèse de Gibbs, savoir que l'entropie d'un mélange homogène de plusieurs gaz parfaits est égale à la somme des entropies que posséderait ces gaz si chacun d'eux occupait seul, à la même température, le volume entier du mélange, a été l'objet de bien des discussions et n'a pas été admise, sans restriction, d'une manière générale. Elle comporte, comme conséquence immédiate, que, lorsque deux gaz se diffusent l'un dans l'autre, il y a variation de l'entropie du système.

M. Aries admet, au contraire, que « l'entropie d'un mélange homogène de plusieurs gaz parfaits est égale à la somme des entropies de ces gaz lorsque chacun d'eux est à la même température et à la même pression ». Partant de cette « loi fondamentale », il édifie une théorie de la dissociation des systèmes homogènes dont le développement occupe la plus grande partie de son ouvrage. Le dernier chapitre contient l'exposé de la théorie de la dissociation basée sur la proposition de Gibbs. Il est certainement intéressant de rapprocher ainsi les deux façons de développer cette théorie, entre lesquelles il est malheureusement impossible de choisir d'après l'expérience, par suite du petit nombre et de l'incertitude des résultats connus jusqu'à présent, relativement à ces phénomènes.

G. CHARPY,
Docteur ès sciences.

Lemoult (P.), ancien élève de l'École Normale Supérieure, Agrégé des Sciences physiques. — Recherches sur la polymérisation de quelques composés cyaniques. (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.) — Une brochure in-8° de 96 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

La thèse de M. Lemoult est un long travail de Thermochimie, dans lequel nous trouvons une cinquantaine de déterminations nouvelles, toutes relatives à la série cyanique.

Les conclusions qui en découlent sont d'accord avec les idées régnantes. La chaleur de neutralisation de

l'acide cyanique (carbimide) rapproche ce corps des acides propionique ou butyrique, tandis que celle de l'acide cyanurique est inférieure même à la chaleur de formation des phénates : l'énergie fonctionnelle décroît quand la molécule se complique.

Les trois basicités de l'acide cyanurique sont égales, comme chez l'acide phosphorique, et la troisième atteint à peine le résidu thermique que manifeste ce dernier acide quand on lui offre une quatrième molécule de base.

Cette différence disparaît chez les éthers cyanuriques : le tiers de l'excès de la chaleur de combustion du cyanurate triméthylque sur celle de l'acide cyanurique libre est sensiblement égal au nombre qui, d'après M. Matignon, mesure la chaleur de substitution du méthyle à l'hydrogène d'un reste ammoniacal.

M. Lemoult conclut de là, d'accord avec tous les chimistes, que l'acide cyanurique n'est pas un acide vrai, mais un tricarbimide substituable seulement sur l'azote, de structure vraisemblablement symétrique.

Cette symétrie ne semble pas être de règle chez les produits cyaniques condensés, car la mélamine ou cyanuramide (CAZ_2H_2), qui résulte de la polymérisation directe du cyanamide (CAZ), est seulement mono-acide et par conséquent ne renferme qu'un seul groupe AZH^2 .

On se demande alors sur quoi repose l'espérance exprimée par l'auteur de déduire la chaleur de formation du cyanate triatomique de celle du cyanuramide, et aussi de quel droit il calcule la chaleur de formation du cyanate d'ammonium $\text{CO}=\text{Az}=\text{AZH}^2$, qui n'est pas un sel, en appliquant au cyanamide $\text{CAZ}=\text{AZH}^2$, qui n'est pas un amide, les règles établies par ses prédécesseurs sur la comparaison thermique des sels ammoniacaux et des amides vrais.

Une pareille extension nous paraît au moins excessive, surtout si l'on se rappelle que le rôle de la Thermochimie, appliquée aux corps organiques, doit être en première ligne un rôle de différenciation, permettant de reconnaître autrement que par voie chimique les moindres changements de structure intime des corps et par suite de fixer leur formule de constitution dans les cas douteux.

Ceci n'atténue d'ailleurs aucunement le mérite du travail de M. Lemoult, qui n'a aucune prétention théorique. L'auteur se proposait d'étudier les phénomènes thermiques qui accompagnent la polymérisation du chlorure de cyanogène, de la carbimide, des isocyanates, du cyanamide et des nitriles; il a constaté que la transformation est, comme d'habitude, exothermique et qu'elle dégage au moins 30 calories pour les corps qui, à la façon de l'acide cyanique ou de ses dérivés immédiats, se polymérisent spontanément sans changer de fonction.

Quand il y a changement de fonction, quand, par exemple, le cyanamide se transforme en dicyandiamide et en cyanuramide, ou encore quand l'acétonitrile passe à l'état de cyanométhine, le dégagement de chaleur est moindre et ne dépasse guère 8 à 9 calories.

L. MAQUENNE,
Professeur au Muséum.

3° Sciences naturelles

Courchet (L.), Professeur d'Histoire naturelle à l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier. — Traité de Botanique (comprenant l'Anatomie et la Physiologie végétales et les Familles naturelles). — 2 vol. in-8° de 1320 pages avec 763 figures dans le texte. (Prix : 12 fr.) J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1898.

L'auteur, en écrivant ce volume, a fourni là un travail de longue haleine qui se présente d'une façon très avantageuse et qui rendra les plus grands services, non seulement aux élèves pour lesquels il a été publié : candidats au certificat d'études physiques, chimiques et naturelles, étudiants en médecine et en pharmacie, mais aussi à toutes les personnes qui, n'ayant que des

éléments trop sommaires de Botanique, aspirent à se perfectionner dans cette science.

On trouvera dans la première partie les notions de Botanique générale destinées à préparer l'étude de la Botanique spéciale qui fait l'objet de la seconde partie. La morphologie des Cryptogames est renvoyée à la description spéciale de ces plantes, mais la morphologie des Phanérogames est étudiée en détail.

A cette étude est joint, pour chaque organe, l'examen rapide de sa structure anatomique et de ses fonctions, enfin des principales modifications qu'il peut subir en vue d'une adaptation à des fonctions nouvelles. C'est ainsi qu'après les chapitres sur la cellule et les dérivés de la cellule, l'auteur décrit la racine, la tige, la feuille, le fleur, le fruit et la graine; enfin il initie les élèves aux principes de la classification.

La seconde partie comprend la description des Cryptogames, puis des Phanérogames. L'étude de chaque groupe commence généralement par l'examen d'une plante, facile à se procurer si possible, et continue par l'exposé des caractères généraux de la famille, de ses affinités, de la distribution géographique des plantes dont elle se compose, des propriétés et des caractères généraux de composition; enfin, cette étude de chaque groupe se termine par l'histoire des espèces les plus importantes à connaître au point de vue pratique.

Des tableaux synoptiques fort bien établis résument les caractères essentiels de chaque famille ou de chaque ordre ou sous-ordre; un grand nombre de figures facilitent la compréhension du texte. En un mot, l'ouvrage de M. Courchet réunit les éléments d'un succès que l'annonce d'une édition prochaine viendra sans doute bientôt confirmer. A. MÉBER.

Tourneux (F.), Professeur d'Histologie à l'Université de Toulouse. — *Précis d'Embryologie humaine*. (Collection Testut.) — 1 vol. in-16 de 470 pages avec 156 figures dont 35 en couleurs. (Prix, cartonné : 7 fr.) O. Don, éditeur, Paris, 1898.

Dans l'introduction historique de son lumineux *Précis d'Embryologie humaine*, citant les auteurs qui se sont occupés d'Embryologie en France et à l'étranger, M. Tourneux a fait un oubli, excusable pour l'homme, mais impardonnable pour le savant. Les travaux de M. Tourneux en organogénie ne permettent pas à d'autres que lui de faire son nom dans une liste d'embryologistes. Une première place lui est même assurée, tant pour la variété des sujets étudiés et l'étendue du territoire embryologique parcouru que pour la scrupuleuse exactitude des résultats, telle qu'on est certain de retrouver après lui les vestiges médullaires coccygiens, le cloaque et le tubercule génital ainsi qu'il les a décrits.

Aussi a-t-il été facile à M. Tourneux d'écrire ce livre et de le faire tel qu'on le souhaitait : clair et précis. Ayant été facile à écrire, il l'est aussi à lire, et il n'est pas fait pour rebuter les étudiants en médecine auxquels il est spécialement destiné. Les figures sont très nettes, étant schématisées dans la mesure du nécessaire pour leur intelligibilité rapide. Elles ont d'autant plus de valeur qu'elles sont dessinées en grande partie d'après la riche collection de matériaux embryologiques, surtout humains, que possède M. Tourneux et dont on parle en France avec quelque envie.

Dans la description, le développement de l'embryon de poulet n'est plus pris comme type (et ce n'est pas un mal, car il n'est rien moins que typique); il est remplacé par celui du lapin, auquel sont rapportés les états connus du développement humain. Par là ce livre est autant que possible un *Précis d'Embryologie humaine*, et il est mieux adapté que d'autres traités d'Embryologie aux études médicales. Ainsi, ce petit livre a tout ce qu'il faut pour réussir auprès des étudiants, auxquels il rendra agréable l'étude de l'Embryologie.

A. PRENANT,
Professeur à l'Université de Nancy.

4^e Sciences médicales

Legueu (Félix), Chirurgien des Hôpitaux. — *De l'Appendicite* (N^o 1 de l'*Œuvre médico-chirurgicale publiée par le Dr Critzmann*). — 1 fascicule de 40 pages. (Prix : 1 fr. 25.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1898.

La collection des publications médico-chirurgicales, due à l'initiative du Dr Critzmann, est destinée à donner, en de courts fascicules, à périodicité irrégulière, la mise au point d'une question à l'ordre du jour, ou l'exposé d'une question nouvelle. Elle ne pouvait être mieux inaugurée que par le mémoire que le Dr F. Legueu a consacré à l'étude, toute d'actualité, de l'appendicite.

La notion de l'infection domine aujourd'hui l'histoire de l'appendicite : toutes les autres conditions, inflammations caecales, malformations, etc., préparent, ou simplement accompagnent l'inflammation. Mais comment s'effectue cette infection? Comment un microbe tel que le colibacille, hôte habituel de l'intestin, peut-il déterminer l'appendicite? Comment s'exalte sa virulence? Quel est le rôle des infections associées? Tels sont les problèmes que soulève la pathogénie de l'appendicite et que de nombreuses théories cherchent à résoudre.

Sans discuter ici les interprétations diverses de ces phénomènes, il faut admettre avec M. Legueu trois catégories d'appendicites : 1^o les appendicites par causes locales (calcul stercoral, corps étrangers; étranglement, sténose congénitale ou acquise de l'appendice); 2^o les appendicites par propagation (d'origine caecale); 3^o les appendicites de causes générales, c'est-à-dire celles où l'appendicite n'est que la manifestation locale d'une infection générale (Jalaguier).

Si l'appendicite peut guérir par le traitement médical, ou mieux, en dehors de l'intervention chirurgicale, il n'en est pas moins vrai, de par la pathogénie et l'anatomie pathologique, qu'elle constitue une maladie pouvant acquies en quelques heures une gravité exceptionnelle, que la résolution spontanée ne met à l'abri ni des rechutes, ni des récidives, et qu'on ne peut inférer en aucune façon un pronostic favorable pour la crise suivante de la bénignité de la crise précédente. Il en résulte que, sans tomber dans le travers des chirurgiens américains qui préconisent l'extirpation systématique de tout appendice enflammé ou même la résection préventive de l'organe, il faut se rappeler que seule l'intervention chirurgicale met à l'abri des récidives et guérit définitivement les malades. Dans les cas très nombreux où le chirurgien sait et peut attendre son heure, la gravité de l'opération est à peu près nulle. Elle ne reprend son pronostic sévère que lorsqu'on fait une intervention d'urgence ou de nécessité (péritonite suppurée); et c'est encore pourtant le seul espoir de guérison.

Il est donc légitime de conclure, avec M. Legueu, que la résection de l'appendice à froid doit être conseillée, comme le veut Tiersch, chez tous les malades qui ont eu plusieurs crises ou qui, dans l'intervalle des attaques, et même après une première atteinte, ont conservé de la douleur dans la fosse iliaque droite. L'opération doit aussi être proposée au cours de la crise, toutes les fois que le traitement médical n'amène pas une atténuation rapide des symptômes, fièvre et douleur. M. Legueu est alors partisan d'une intervention précoce, car il pense qu'on regrettera peut-être d'avoir opéré trop tard et qu'on ne regrettera jamais d'avoir opéré trop tôt, formule qui est, à notre avis, peut-être trop absolue, au moins dans son second terme.

Dr GABRIEL MAUBANG.

Walsh (David), Médecin des Hôpitaux de Londres. — *Excretory Irritation and the action of certain internal remedies on the Skin*. — 1 vol. de 68 pages. Baillière, Tindal et Co., éditeurs, Londres, 1898.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 Septembre 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Fayet communique ses observations de la comète Perrine-Chofardet, faites à l'équatorial de la tour de l'Observatoire de Paris, et les éléments provisoires qu'il en a déduits. — MM. L. Picart et Courty adressent leurs observations de la même comète faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. L.-J. Gruy envoie également ses observations de la comète Perrine-Chofardet, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Besançon. La comète est ronde, avec une forte condensation au centre. — M. J. Tacchini communique le résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le premier semestre 1898. Après le maximum secondaire de janvier, il y a eu une diminution progressive des taches solaires; les protubérances sont dans le même cas. Les facules, ainsi que les protubérances, présentent leur plus grande fréquence dans l'hémisphère austral. Les taches sont confinées dans la zone équatoriale, avec maximum de fréquence dans la partie australe.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. Hermite et Besançon rendent compte des ascensions internationales exécutées le 8 juin 1898, par l'*Aérophile* et le *Balashoff*. On a constaté une remarquable coïncidence entre les mesures photographiques fournies par le baromètre à mercure de l'appareil de M. Cailletet et celle du barothermographe construit par M. Richard. Le *Balashoff* a décrit, peu après le départ, une spire complète sur un cylindre à base elliptique dont le grand axe, de 600 mètres de diamètre, était parallèle à la direction moyenne du vent. Des spires analogues ont été déjà constatées dans plusieurs voyages aériens. — MM. A. Le Chatelier et P. Chapuy ont recherché les diverses colorations que peuvent produire les métaux dans les couvertes cuites au four à porcelaine. Voici les colorations les plus intéressantes obtenues : les violets de chrome, manganèse et didyme; les bleus d'yttrium, de vanadium, de molybdène, de tungstène, analogues de ton et d'aspect au bleu de titane; les bleus de chrome, de fer, de manganèse, de thorium, de didyme, qui se rapprochent des bleus de cuivre et les valent comme ton avec des intensités variables; le vert de cobalt, très franc et agréable; plusieurs verts de fer, de manganèse, de nickel, différents de ceux déjà connus; les rouges de fer, de tungstène, à tous égards comparables au rouge de cuivre comme intensité, nuance, aspect; le rouge d'erbium.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. S. Arloing et Paul Courmont ont recherché si le sérum sanguin d'hommes sains ou atteints de tuberculose agglutinait les cultures pures de bacille de Koch, préparées d'après leur méthode. Le phénomène a été presque constamment positif avec le sérum des tuberculeux dont les lésions étaient peu avancées. C'est d'ailleurs dans ces occasions que la séro-réaction est appelée à rendre le plus de services. Cependant, avant d'en généraliser l'emploi, il importe de connaître la cause de certains résultats exceptionnels (réactions positives avec le sérum de certains sujets bien portants en apparence et réactions négatives avec le sérum de quelques tuberculeux avancés). — M. H. Ricome a étudié l'influence de la pesanteur et de la lumière sur l'organisation dorsiventrale des rameaux dans les inflorescences. La radiation solaire accentue les caractères propres du tissu assimilateur du côté le plus favorablement éclairé. L'action de la pesanteur se manifeste par une inégalité de dimensions dans les

cellules des rameaux inclinés. Les cellules sont plus grandes du côté du sol. L'influence combinée de la lumière et de la pesanteur détermine la forme du rameau.

Séance du 26 Septembre 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Rayet a constaté que l'existence d'une condensation lumineuse stellaire dans le centre de la nébuleuse d'Andromède, signalée récemment par M. Séraphimoff, est réelle, mais qu'elle n'est probablement que l'exagération momentanée de l'éclat du noyau de l'astre. Une condensation analogue se montre dans la nébuleuse sphérique, qui est au sud de la nébuleuse principale. — M. S.-L. Ravier présente un mémoire sur une théorie géométrique des compas de marine. Il y montre que, l'homme de barre étant supposé maintenir un seul œil ouvert à un œillet fixe, on peut placer entre l'œillet et le compas un disque gradué en rose des vents inversée de telle façon que, quel que soit le cap du navire, l'homme de barre lise le cap vrai à l'intersection apparente pour son œil du rayon nord de la rose avec la circonférence du disque. L'appareil réalisé sur ce principe, et appelé *dromoscope perspectif*, permet de faire sans calculs ni formules toutes les opérations de la régulation et de la compensation des compas. — M. H. Padé étudie la convergence des réduites de la fonction exponentielle; il arrive au théorème suivant : Si l'on considère une suite infinie de points (q, p) telle qu'elle détermine une direction asymptotique, les suites formées par les dénominateurs et les numérateurs des réduites correspondantes convergent uniquement vers des limites
$$e^{-\frac{\omega+1}{\alpha}}, e^{\frac{\omega\alpha}{\omega+1}},$$
 dont le quotient est e^{α} .

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. B. Violle a observé le 9 septembre, de 9 heures du soir à minuit, à Göttingen (Hanovre), une magnifique aurore boréale. — M. H. de Maubeuge a observé le 19 septembre, à 6 heures du matin, sur le paquebot *Ernest-Simmons*, au moment où le soleil émergeait derrière le massif du Sinai, un rayon lumineux d'un vert émeraude absolument pur et net. Le phénomène a été reconnu en même temps par une douzaine de personnes. L'auteur attribue le fait à la combinaison de la couleur bléâtre de l'air, vu sous une grande épaisseur, avec les projections jaunâtres ou rosées des volcans gazeux qui émergent de la photosphère solaire. — M. G. André a étudié l'action de la chaux et du carbonate de calcium sur certaines matières humiques naturelles. Les doses d'azote ammoniacal volatilisées au contact de la chaux à 100° sont moins considérables que celles qui se sont dégagées sous l'influence de la potasse; elles sont, néanmoins, très sensibles encore. Le carbonate calcique et l'eau seule elle-même, à 100°, ont produit une dose d'azote volatil non négligeable. Le liquide, filtré après l'action de ces corps, contient également une certaine quantité d'azote soluble. Les amides du sol sont donc décomposées dans certains cas par le sol lui-même; dans d'autres cas, il faut faire intervenir l'action d'agents microbiens, à moins que certains végétaux n'absorbent directement les amides, question encore non résolue. — M. A.-B. Griffiths a retiré des cellules d'*Oleosoma tenebrarum* un pigment vert qui possède les propriétés respiratoires. C'est une substance amorphe, soluble en vert dans les acides minéraux, en pourpre dans les alcalis. Sa formule brute est : $C^{62}O^{116}A^{210}FeS^{10}FeS^{10}$. Il existe à l'état oxydé et à l'état réduit.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Ed. Griffon a étudié l'assimilation chlorophyllienne chez les plantes du lit-

toral. Les feuilles des plantes maritimes subissent une réduction de la chlorophylle sous l'influence du sel marin, et acquièrent, par contre, une épaisseur plus grande et un développement plus marqué des tissus assimilateurs; mais, cette modification de structure qui tend à atténuer le rôle nuisible du chlorure de sodium n'arrive pas à compenser l'action que produit le sel. L'assimilation, rapportée à l'unité de surface, reste, en effet, toujours moindre pour les feuilles d'une espèce maritime que pour les feuilles comparables de la même espèce croissant dans l'intérieur des terres.

LOUIS BAUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Août 1898.

M. Cadet de Gassicourt présente un rapport sur un travail de M. Baldingen, relatif à la trachéotomie et au tubage en dehors des milieux hospitaliers. Après la trachéotomie, le nettoyage de la canule interne est facile et peut être fait par des gens non compétents. Le nettoyage du tube dans le tubage nécessite, au contraire, la présence du médecin.

Séance du 6 Septembre 1898.

M. Motet présente un rapport sur un travail de M. Maurice de Fleury relatif au traitement médical de l'épilepsie. On sait depuis longtemps que les rechutes dans l'épilepsie sont précédées de troubles gastriques. L'auteur conseille donc de surveiller attentivement les fonctions gastro-intestinales, et, pour cela, de soumettre le malade à un régime alimentaire déterminé et de pratiquer des lavages de l'intestin et de l'estomac. D'autre part, les injections de sérum artificiel augmentent notablement les effets sédatifs de bromure. — M. L. Landouzy analyse un mémoire de MM. les D^{rs} Lop et Montoux relatif à une épidémie de pneumonies infectieuses survenue à Marseille en 1897-1898 et localisée à trois maisons. Les causes occasionnelles de l'épidémie furent les conditions mauvaises dans lesquelles vivaient les locataires; la contagion se fit par les crachats. — M. L. Landouzy analyse un autre mémoire du D^r Lop, intitulé : *Tuberculose et variole*. L'auteur a vérifié cette conclusion que le fait d'avoir eu la variole crée une prédisposition à la tuberculose. La tuberculose peut n'apparaître que de longues années après la variole; en général, moins le temps écoulé entre la variole et la tuberculose est considérable, plus la forme de la tuberculose est grave. C'est une raison de plus pour demander l'obligation de la vaccine. — M. L. Landouzy fait un rapport sur un travail de M. le D^r Coste, ayant pour titre : *Contribution à l'étude de l'immunité vaccinale*; la variole chez les non vaccinés, les vaccinés, les revaccinés, les anciens varioleux; rôle de l'immunité vaccinale dans les varioles modifiées. — M. Ferrand fait une communication sur l'éducation physiologique du caractère.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

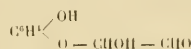
Séance du 8 Juillet 1898 (suite).

M. E. Grimaux décrit quelques dérivés de la tétraméthylamidobenzophénone. — M. R. Fosse a reconnu que l'acétate, le formiate, le chlorure, l'azotate de cuivre oxydant à l'ébullition le naphтол β dissous et donnent du binaphтол β. Le tartrate cupropotassique, le sulfate de cuivre ne donnent pas cette réaction. En opérant de même avec le naphтол α on obtient un précipité violet foncé. Ces réactions permettent de distinguer les deux naphthols. — M. Fosse a également préparé quelques dérivés du binaphтол, notamment l'oxyde mixte de binaphтол et de glycol, le méthylène binaphтол, l'éther diacétique. — MM. Cazeneuve et Moreau ont fait réagir divers carbonates phénoliques sur la diméthylpipérazine; ils ont ainsi obtenu le diphenate, le diguaconate, le dinaphtolate de diméthylpipérazine.

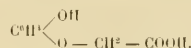
— M. Ziegler a adressé une note sur l'essence de violette extraite de l'essence de lemon grass. — MM. A. Hébert et Truffaut ont communiqué leurs recherches sur l'emploi des engrais en agriculture. Ils ont fait également connaître un mode particulier d'application des engrais par diffusion. — M. Charles Lepierre a adressé un mémoire sur la détermination de l'acidité urinaire.

Séance du 22 Juillet 1898.

M. Marboudin présente un appareil donnant des courants d'air à débits dans un rapport constant. Il a pu avec cet appareil constater l'absorption complète de l'acide carbonique de l'air du parc de Montsouris. — M. Riban présente divers appareils pour l'analyse électrolytique : 1° un support spécial isolant pour électrodes; 2° un appareil pour mesurer la densité des courants et consistant en deux hémisphères concentriques que l'on peut centrer exactement. Grâce à ce dispositif la densité du courant est la même en tous les points de chaque électrode et elle peut être déterminée avec exactitude. — M. A. Valeur dose les diphenols en les oxydant par l'acide iodique à chaud. La détermination de l'iode libre par l'hyposulfite permet de doser le phénol mis en réaction. On peut ainsi vérifier que la quinohydrone ordinaire résulte bien de la combinaison moléculaire à molécule de quinone et d'hydroquinone. — MM. Mouneyrat et Pouret ont bromé la monochlorobenzène à froid à l'aide du brome et du bromure d'aluminium. Ils ont ainsi obtenu 93 % de parachlorobromobenzène. — M. Mourey montre que l'hydrolyse de l'éthanedipyrrocatechine donne une molécule de pyrocatechine et une molécule d'acide orthoxyphényloxyacétique par suite de transposition moléculaire. Le composé :



primitivement formé donnerait un corps de formule :

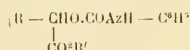


— MM. Flatau et Labbé ont extrait de l'essence de géranium Bourbon 44 % d'un liquide bouillant à 205-206°, qu'ils ont identifié avec la menthone α à l'aide de sa semi-carbazone de point de fusion 178°. La menthone α avait été elle-même préparée par oxydation du menthol. — M. A. Granger signale l'existence d'un bleu obtenu en cuisant en len réducteur des porcelaines à cuverte de tungstène. — MM. Adrian et Trillat signalent quelques glycérophosphates organiques. — MM. Monnet et Benda ont reconnu que l'acide carbonique déplace la base des nitrophénates en mettant le nitrophénol en liberté. C'est une réaction inverse de l'action des nitrophénols décomposant les carbonates. — M. V. Vaillant a obtenu un nouveau composé correspondant à un dianilide en faisant réagir l'aniline sur la dithioacétylacétone. — MM. P. Cazeneuve et Albert Morel ont reconnu que l'on peut préparer les éthers mixtes gras et aromatiques en opérant de la manière suivante : on fait réagir le carbonate neutre de phényle sur les divers alcools gras en présence d'urée. On obtient ainsi ces éthers mixtes avec de très bons rendements. On peut d'ailleurs obtenir de meilleurs résultats en ce qui concerne la pureté des produits en substituant à l'urée, l'aniline, le sulfanilate de soude, la pyridine, la quinoléine, etc. Les auteurs expliquent la réaction en admettant qu'il se fait un alcoolat de ces bases qui réagit ensuite sur le carbonate neutre. — M. H. Causse décrit quelques dérivés bromés de la morphine. — MM. Félix Marboudin et Marcel Molinié présentent une note sur le dosage volumétrique de l'acide sulfurique combiné. — M. Arth a retrouvé de la chaux caustique dans une maçonnerie ancienne. — M. Ducat décrit un procédé de mercerisation du coton non accompagné du retrait des fils. — M. Edmond Bonjean communique une série d'analyses de vins salés naturels. Il a reconnu

l'existence dans certains vins de quantités de chlore supérieures à 4 grammes. — M. Ch. Lepierre a extrait une nouvelle mucine du liquide d'un kyste ovarien. — M. A. de Grammont a appliqué l'analyse spectrale à l'étude des corps non conducteurs en les traitant tout d'abord par les sels fondus. — M. L. Hallopeau a préparé un tungstate tungsto-potassique, et à l'aide de ce corps du bioxyde de tungstène. — M. Georges Viard a étudié la décomposition par l'eau à 100° des phosphates monobasique et monocalcique. — M. G. Denigès a continué ses recherches sur l'action du sulfate mureurique sur diverses fonctions organiques. — M. F. Bodroux a obtenu une série de dérivés bromés des phénols par l'action du brome en présence du bromure d'aluminium. — M. Moureu a étudié quelques acétals dérivés de la pyrocatechine. — M. Lambling a préparé divers phényluréthanes des éthers et des nitriles de quelques oxyacides. Le même auteur, ayant obtenu par l'action de l'isocyanate phényle sur les éthers alcools du type :



des phényluréthanes de formule :



a reconnu que l'on pourrait facilement isoler les acides libres correspondants à ces corps. Ces acides libres dans l'eau à l'ébullition donnent par déshydratation des anhydrides qui représentent des dicétones du tétrahydro- β -oxazol. — M. Léon Vignon a adressé un mémoire sur l'oxycellulose et M. Maurice Lucas un mémoire sur le dosage de l'oxygène dans le cuivre.

E. CHARON.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

19 SCIENCES MATHÉMATIQUES

E.-T. Whittaker : Sur les relations des fonctions algébriques avec les fonctions automorphiques. — Si u et z sont des variables reliées par une équation algébrique, elles sont, en général, des fonctions multiformes l'une de l'autre; la multiformité peut être représentée par une surface de Riemann, à cha que point de laquelle correspond une paire de valeurs de u et z . MM. Poincaré et Klein ont prouvé qu'il existe une variable t , dont u et z sont des fonctions automorphiques uniformes; le théorème d'existence, toutefois, ne rattache pas analytiquement t à u et z . Si le genre de la relation algébrique est zéro ou l'unité, t peut être trouvé par les méthodes connues; les fonctions automorphiques requises sont, dans les deux cas, des fonctions rationnelles et doublement périodiques. Mais on n'a pas encore trouvé de classe de fonctions automorphiques (reliées d'une façon simple aux polygones fondamentaux) qui soit applicable à l'uniformisation des fonctions algébriques dont le genre est supérieur à l'unité.

Le mémoire de l'auteur traite d'une nouvelle classe de groupes de substitutions projectives, telle que les fonctions rationnelles sur une surface de Riemann d'un genre quelconque peuvent être exprimées comme fonctions automorphiques uniformes d'un groupe de cette classe. Il considère d'abord des groupes qui peuvent être engendrés par un nombre de substitutions réelles de période deux, dont les points doubles ne sont pas sur l'axe réel, et dont le produit, dans un ordre défini, est la substitution identique. Il donne une méthode pour diviser le plan en polygones curvilinéaires correspondant à un tel groupe; ces polygones recouvrent entièrement la moitié du plan qui est au-dessus de l'axe réel. On peut former des sous-groupes de ces groupes, dont le genre est plus grand que l'unité, et qui sont propres à l'uniformisation d'une courbe algébrique quelconque. Les côtés des polygones, dans lesquels le demi-plan est divisé, sont formés d'arcs de cercles orthogonaux à l'axe réel.

La relation analytique entre les variables de la forme algébrique et les variables uniformisantes est donnée par une équation différentielle de troisième ordre. Un certain nombre de constantes de cette équation sont déterminées par la condition que le groupe de substitutions associé à l'équation ne modifie pas un certain cercle. Quand des valeurs arbitraires sont données à ces constantes, la solution de l'équation différentielle est appelée variable *quasi-uniformisante*. Les propriétés de ces variables et leur relation avec la variable uniformisante terminent le mémoire de l'auteur.

20 SCIENCES PHYSIQUES.

A.-E. Tutton : Dilatomètre interférentiel compensé. — L'auteur décrit une forme nouvelle du dilatomètre interférentiel de Fizeau qui, d'après lui, combine les meilleures dispositions de l'appareil décrit par Benoit et appartenant au Bureau international des Poids et Mesures, et de celui décrit par Pulfrich et construit d'après les indications d'Abbe. En outre, un nouveau principe y a été introduit : celui de la compensation de la dilatation des vis du trépied de Fizeau qui supporte l'objet; il augmente la sensibilité de la méthode suffisamment pour la rendre applicable à la détermination de la dilatation des cristaux en général, y compris celle des préparations chimiques. Jusqu'ici l'application de la méthode de Fizeau avait été limitée aux cristaux qui peuvent être obtenus assez volumineux pour fournir une masse homogène d'au moins 1 centimètre d'épaisseur. Un cristal de 5 millimètres seulement peut être utilisé dans le dilatomètre compensé de l'auteur.

Le principe de la compensation est basé sur le fait que l'aluminium se dilate 2,6 fois autant que le platine iridié pour la même élévation de température. L'auteur emploie, comme Fizeau et Benoit, un trépied de platine iridié, et place, sur son plateau transversal, à travers lequel passent les trois vis, un disque d'aluminium dont

l'épaisseur est $\frac{1}{2,6}$ fois la longueur des vis au-dessus du plateau. L'espace compris entre la surface inférieure de la plaque de verre, qui repose sur les extrémités supérieures des vis, et la surface supérieure du disque d'aluminium reste donc constant à toute température, et, si un cristal est placé sur le compensateur d'aluminium, sa dilatation totale par élévation de température sera mesurée au moyen de la méthode interférentielle. Dans ce cas, la méthode n'est plus relative et ne donne plus une différence de dilatations; elle est directe et donne la mesure absolue de la dilatation.

L'auteur donne d'abord les résultats de nombreuses déterminations de la dilatation du platine iridié. La valeur moyenne se rapproche beaucoup de celle de Benoit; elle est de :

$$\alpha = 10^{-6} (8,600 \pm 4,56 \text{ } t).$$

Le résultat des mesures faites pour la dilatation de l'aluminium pur, employé pour les compensateurs, est :

$$\alpha = 10^{-6} (2,204 \pm 2,12 \text{ } t).$$

Des déterminations analogues pour le verre noir des plaques, qui couvrent les cristaux, ont donné :

$$\alpha = 10^{-6} (7,257 \pm 10,4 \text{ } t).$$

Dans un prochain mémoire, l'auteur espère pouvoir donner le résultat des déterminations de la dilatation des sulfates et des sélénates de potassium, rubidium et césium.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique industrielle

Un nouveau procédé industriel de coloration sans couleur matérielle. — On sait que les couleurs dont nous semblent douées les surfaces lisses résultent de la propriété qu'ont ces surfaces de réfléchir une partie seulement de la lumière blanche incidente et d'absorber la partie complémentaire. La différence de coloration des diverses surfaces lisses qui nous entourent s'explique par ce fait qu'elles ne réfléchissent pas les mêmes radiations. La surface dite rouge envoie à notre œil un ordre particulier de radiations; la surface dite bleue, un autre groupe de radiations lumineuses, etc. Telle est, on le sait, la cause physique des sensations colorées que nous donnent les matières, qualifiées de pigmentaires (*couleurs matérielles*), que les peintres étalent sur leurs toiles ou dont on imprègne les tissus que l'on veut teindre.

Mais, indépendamment des couleurs qui ont cette origine, notre œil perçoit des phénomènes de coloration due à des *jeux de lumière*, c'est-à-dire aux réactions qu'exercent les unes sur les autres les vibrations lumineuses, lorsque leur marche vient à être modifiée par des stries extrêmement fines ou des lames minces, dont les dimensions et l'écartement se rapprochent de la longueur des ondes lumineuses. Telle est l'origine des colorations qu'on observe sur les bulles de savon, les ailes de papillon, etc.

Or, tandis que les couleurs pigmentaires matérielles s'obtiennent facilement par des milliers de procédés, on n'arrive qu'avec peine à produire artificiellement des couleurs d'interférence solides. Dans ce dernier but, on a utilisé jusqu'à aujourd'hui un grand nombre de méthodes : dépôts d'oxyde de fer à la surface de l'acier recuit; dépôts électrolytiques connus sous le nom d'anneaux de Nobili; évaporation d'une couche de colloïdion; chauffage de plaques de cuivre au chalumeau. Mais, dans certains cas, les lames minces obtenues n'avaient ni la continuité, ni la résistance nécessaire pour en permettre l'emploi industriel; dans d'autres cas, les procédés sont coûteux et entièrement d'us au hasard.

Tout récemment, un physicien connu par des travaux sur l'action physiologique des couleurs, M. Ch. Henry, a

repris le problème de l'irisation des corps et en a trouvé une solution pratique. Pour mieux faire comprendre la description de son procédé, nous allons rappeler brièvement le mécanisme de l'interférence.

Un corps paraît irisé toutes les fois qu'il présente à sa surface une lame mince, c'est-à-dire une couche de matière transparente d'une épaisseur telle qu'elle soit de l'ordre de grandeur des longueurs d'onde (fractions de microns ou de millièmes de millimètre). Considérons une de ces lames minces ABCD (fig. 1): tout rayon

incident, tel que EF, se divise en F et donne naissance à un réfléchi FK et à un réfracté FG, lequel se divise à son tour, en G, en un réfracté GL et un réfléchi GH. Le réfléchi GH rencontre, en sortant de la lame, un réfléchi HM sur la face AB, et, comme il est en retard sur

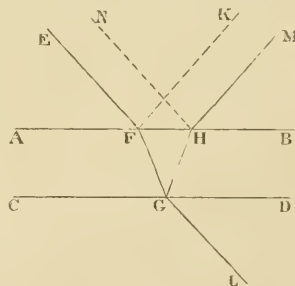


Fig. 1.

lui de $FG + GH$, il peut ne pas le rencontrer au même instant de la période de vibration; dans ce cas, il interfère avec lui. Suivant le retard $FG + GH$, c'est-à-dire suivant l'épaisseur de la lame, les vibrations s'ajoutent, se détruisent, ou en général, se composent; de là, obscurité, ou augmentation d'éclat, ou coloration nouvelle. Si la lumière incidente est simple, on n'observe que des variations d'éclat; si elle est complexe, comme la lumière solaire, les rayons résultants peuvent varier de coloration à l'infini.

Il s'agit, comme on le voit, pour produire des couleurs d'irisation, d'obtenir des *lames minces très résistantes, parfaitement continues et, ensuite, de les fixer solidement sur leur support*: papier, verre ou étoffe.

On sait qu'une goutte d'un liquide non miscible à l'eau s'étale sur l'eau lorsque la somme de ses tensions superficielles en présence de l'air et en présence de l'eau est inférieure à la tension superficielle de l'eau en présence de l'air; cet équilibre se produit, en général,

tant que l'épaisseur n'atteint pas $\frac{1}{20}$ de micron, la

mesure de ce qu'on appelle le rayon d'activité moléculaire, autrement dit de la distance (la même pour tous les corps) à laquelle se font sentir les attractions que chaque liquide exerce sur lui-même; avec l'huile d'olive, la minceur de la couche atteint, d'après lord

Rayleigh, $\frac{1}{500}$ de micron. Tous les hydrocarbures et les

huiles essentielles produisent effectivement des interférences en s'étalant sur l'eau; malheureusement, il ne faut pas songer à fixer directement sur un fond des matières liquides essentiellement absorbables; d'ailleurs, l'évaporation, la trop faible tension superficielle du liquide font parfois disparaître la couleur. M. Ch. Henry a tourné la difficulté en employant ces liquides comme dissolvants des bitumes et des résines et, pour que les pellicules, qui se forment de cette façon, soient suffisamment résistantes, il a eu l'idée de recourir à celles de ces matières qui durcissent à l'air par oxydation sous l'influence de la lumière, c'est-à-dire au bitume de Judée et aux térébenthènes; ces corps deviennent en même temps plus ou moins insolubles dans leurs dissolvants, qui s'éliminent ainsi dans l'air et dans l'eau.

Le problème de l'obtention de pellicules parfaitement continues était relativement plus difficile à résoudre que le premier. Une critique attentive des conditions de formation de la tache colorée a permis d'y parvenir. La goutte, en s'étalant, rencontre sur la nappe d'eau des points où, par suite d'impuretés locales, la tension superficielle est plus ou moins grande; il en résulte, en ces points, des changements de vitesse, des agitations de la mixture, et, comme en présence de l'eau certains constituants des résines et des bitumes se précipitent quand leur dissolvant est soluble dans l'eau, la pellicule manque d'homogénéité et présente des solutions de continuité. La précipitation est immédiate avec une dissolution résineuse dans l'alcool, qui est soluble dans l'eau en toute proportion; — plus lente avec une dissolution dans l'essence de térébenthine moins soluble; — extrêmement difficile avec la benzine, insoluble dans l'eau. La dissolution de bitumes et de résines dans la benzine se trouvait donc indiquée par ces remarques: M. Ch. Henry emploie plus particulièrement deux mixtures: une dissolution de gomme bamar et une dissolution de bitume de Judée dans la benzine. Il a donné à ces mixtures le nom d'*irichromatine*.

La solidité de fixation de la pellicule a été obtenue grâce à un apprêt préalable du corps destiné à être irisé; pour le papier, par exemple, l'apprêt consiste en une couche de gélatine insolubilisée dans l'eau par l'aldéhyde formique. La pellicule s'enlève dans ce fond mou à une très petite profondeur et se trouve à l'abri de toute friction superficielle, au point que sur de déficients papiers noirs irichromatinés, la couleur noire cède à la friction, mais non pas les couleurs de l'irichromatine.

L'expérience fondamentale de l'irichromatine est très facile à répéter, il suffit de déposer une goutte de mixture à la surface de l'eau d'un bassin au fond duquel on a préalablement immergé une feuille de papier; après formation de la pellicule on fait écouler l'eau, la pellicule s'abaisse avec le niveau et, finalement, vient se déposer sur le papier. Actuellement, la fabrication du papier irisé se fait en grand et à la machine. La marche des opérations est très simple: on verse la mixture goutte à goutte sur une cuve remplie d'eau, puis on étire avec un couteau les bords de la pellicule pour en faire varier l'épaisseur de manière à diriger la forma-

tion des couleurs, pendant qu'une feuille indéfinie de papier noir, blanc ou coloré, déboînée par un moteur, émerge de la cuve sous un angle très petit par un rouleau conducteur et entraîne avec elle la pellicule. Cette feuille sèche pendant le parcours du train et va finalement se rebobiner. On fabrique, de la sorte, et à un faible prix de revient en raison du bon marché des matières premières, un kilomètre de papier par cuve et par jour. L'échantillon ci-joint, que nous devons à M. Roudillon, donne une idée des résultats obtenus sur papier; il est probable que l'irichromatine s'appliquera avec le même succès aux soies d'ameublement, aux verres et aux poteries.

Nous avons dit qu'on employait plus particulièrement deux mixtures: une dissolution de gomme bamar et une dissolution de bitume de Judée dans la benzine. Les tensions superficielles de ces mixtures sont, en présence de l'air, de 37 dynes 58 pour la première, et 38 dynes 3 pour la seconde; en présence de l'eau, 24 dynes 36 pour la première et 21 dynes 2 pour la seconde. Si l'on compare ces tensions à celles de l'huile d'olive (37 dynes en présence de l'air, 21 dynes en présence de l'eau), et si l'on remarque qu'avec cette dernière on n'obtient des colorations que sur de faibles étendues, on voit que ces tensions sont peu différentes les unes des autres et qu'il suffit d'une différence de 3 dynes en moyenne entre les tensions superficielles des différentes gouttes pour modifier totalement les phénomènes d'interférence.

Les vitesses d'évaporation des mixtures sont très faibles et ont été trouvées égales à un millième de milligramme par seconde et par millimètre carré pour la mixture bamar, à un demi-millième pour le bitume de Judée.

L'épaisseur de la pellicule est bien de l'ordre de grandeur des longueurs d'onde; elle a été trouvée de 0,4 μ ce qui est précisément la moyenne des longueurs d'onde des couleurs; le rouge ayant 0,6 μ , le violet 0,4 μ . La mesure de cette épaisseur s'est faite très simplement. Si x est l'épaisseur, s la surface de la pellicule mesurable directement, d la densité de la résine, p le poids de la goutte qui a servi à former la pellicule déduction faite du poids de la benzine, on a:

$$xsd = p,$$

d'où l'on a tiré x . La pellicule de l'irichromatine est environ 40 fois plus épaisse que la lame d'une bulle de savon.

Indépendamment de l'emploi de l'irichromatine pour la fabrication d'objets irisés, M. Ch. Henry a indiqué, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, quelques applications curieuses de sa découverte. C'est ainsi qu'il a proposé de substituer le filage à l'irichromatine au filage à l'huile employé par les marins pour enrayer la formation des vagues lorsque la mer devient trop mauvaise: les expériences du lieutenant de vaisseau Courmes, à Cherbourg, ont été très concluantes.

Il a pu obtenir avec l'irichromatine une diminution du temps de pose des plaques dans la zincographie. Ce procédé consiste, comme on sait, à insolubiliser du bitume de Judée dans la benzine en les points où celui-ci a été exposé à la lumière, et à dissoudre ultérieurement les portions non impressionnées par la lumière. L'impression est très longue avec le procédé usuel à cause de l'épaisseur de la couche de vernis qui absorbe une quantité considérable de lumière, épaisseur incomparablement supérieure à celle qu'on obtient avec l'irichromatine. En général, on peut substituer avec profit l'irichromatine dans tous les cas où les couches de vernis déposées au pinceau ou autrement exercent une fâcheuse influence de masse (conservation des miroirs d'argent, des dépôts galvaniques, préparations microscopiques).

L'irichromatine peut devenir entre des mains habiles, en beaucoup de cas, un procédé d'enregistrement ana-



logue à la photographie. La pression de l'air, en modifiant l'épaisseur de la goutte au moment de son étalement, modifie la couleur d'une manière extrêmement sensible (un changement d'épaisseur de 0,2, 6 faisant passer la teinte d'une extrémité du spectre à l'autre). Cette propriété, en particulier, a été mise à profit par M. l'abbé Rousselot, directeur du Laboratoire de Phonétique expérimentale au Collège de France. En émettant des tons différents au-dessus de la tache pendant sa formation, on détermine des couleurs différentes et des dessins caractéristiques. On peut retrouver ainsi les formes des voyelles et poursuivre différents problèmes de phonétique.

Il va de soi que l'expérience fondamentale convenablement variée de l'irichromatine est une méthode nouvelle pour l'étude des problèmes si discutés et si obscurs de la capillarité dynamique. Avec des gouttes de résinates d'aniline solubles dans la benzine, non miscibles à l'eau et à colorations très intenses, déposées à la surface de l'eau, M. Henry est parvenu à mesurer l'épaisseur nécessaire et suffisante à la manifestation de la couleur pigmentaire. Sous une épaisseur moindre que cette dimension, la couleur pigmentaire disparaît, les couleurs d'interférence apparaissent. Il y a là de curieux problèmes à la fois de physique moléculaire et de physiologie des sensations qui n'avaient jamais été posés et qu'il est d'autant plus intéressant de signaler que leur solution est facile à trouver.

E. Casslant,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

§ 2. — Chimie

L'annonce d'un nouveau gaz. — M. Charles-F. Brush vient de présenter, à la Société Chimique de Cleveland (Etats-Unis), le résultat d'expériences qui tendraient à démontrer l'existence, dans l'air, d'un nouveau gaz : l'*éthéron*. Bien que les conclusions de l'auteur demandent à être confirmées, nous avons cru intéressant de les signaler dès maintenant à nos lecteurs, car elles se basent sur un phénomène particulier, qui nous semble avoir jusqu'à présent échappé à l'attention des physiciens et des chimistes.

M. Brush a remarqué que, lorsqu'on chauffe pendant longtemps dans le vide des appareils en verre, ceux-ci dégagent continuellement des gaz, rapidement d'abord, puis de plus en plus lentement, mais sans jamais s'arrêter tant que la température ne s'abaisse pas. Si l'on refroidit ensuite ces corps, une réabsorption se produit, mais elle n'est jamais complète; l'un des gaz mis en liberté par l'échauffement n'est pas réabsorbé pendant le refroidissement. Ce phénomène se montre également avec le verre de plomb pulvérisé chauffé au rouge; mais, après le refroidissement, on observe, en outre, que la poudre a perdu sa blancheur. L'auteur attribue le fait à la réduction des composés du plomb par de l'hydrogène; celui-ci aurait été absorbé par le verre au cours de sa préparation et se serait ensuite dégagé sous l'influence de la chaleur.

Dans le but de vérifier le dégagement d'hydrogène, M. Brush reprit ses expériences en utilisant du verre de soude pour empêcher la réduction. N'ayant pas le matériel nécessaire pour faire l'analyse chimique ou spectroscopique du gaz produit, il chercha à reconnaître l'hydrogène par sa conductibilité pour la chaleur. Pour cela, il utilise l'appareil suivant : un thermomètre à longue tige pénètre dans une boule terminée par un long tube, de façon à ce que le réservoir du thermomètre soit au centre de la boule; le gaz qui se dégage du verre est introduit dans la boule à la pression où il s'est dégagé. La boule est entourée d'une enceinte à température variable et la conductibilité se

calcule d'après le temps que le thermomètre met à s'équilibrer avec la température de l'enceinte.

L'expérience ainsi conduite donna lieu à un résultat surprenant : Le gaz qui se dégage de la poudre de verre chauffée dans un vide de 36 millièmes d'atmosphère possède une conductibilité double de celle de l'air et presque égale à celle de l'hydrogène; le gaz qui s'échappe à 3,8 millièmes d'atmosphère conduit sept fois plus rapidement que l'hydrogène, à 1,6 millièmes quatorze fois, à 0,96 millièmes vingt fois.

Pour l'auteur, la conclusion naturelle de ces faits est l'existence, parmi les gaz occlus dans le verre, d'un nouveau gaz doué d'une énorme conductibilité pour la chaleur. Ce gaz est immédiatement réabsorbé par le verre dès qu'on le refroidit. D'autres expériences ont confirmé ces résultats; le verre pulvérisé cède d'abord, sous l'influence de la chaleur et de la diminution de pression, de l'air, de l'acide carbonique, de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone, puis le nouveau gaz. La quantité de ce dernier augmente aux basses pressions; à 0,38 millièmes d'atmosphère, pression extrême atteinte par l'auteur, le gaz doit se trouver déjà en forte proportion dans le mélange, car la conductibilité est vingt-sept fois celle de l'hydrogène.

Il n'est pas douteux, dit-il, que le nouveau gaz ne se trouve dans l'atmosphère, car, de la poudre de verre ayant cédé presque tous ses gaz devient capable d'en reproduire de nouvelles quantités après avoir séjourné quelque temps dans l'air.

M. Brush a essayé de retirer son nouveau gaz de l'air par diffusion; mais le problème présente de grandes difficultés; à cause de l'extrême légèreté de ce corps; il faut une paroi très peu perméable, et tout à fait dépourvue de trous.

Bien entendu, la découverte que nous annonçons le chimiste américain demande à être soigneusement vérifiée avant d'être accueillie dans la science, d'autant que son procédé d'investigation est loin de présenter les garanties d'exacte détermination qu'il lui attribue.

§ 3. — Géographie et Colonisation

Sur les lianes à caoutchouc exploitées en Casamance. — Une grande partie du caoutchouc exporté actuellement du Sénégal est récolté au sud de la colonie, en Casamance. Ce fait donne un intérêt tout particulier à un rapport que M. Adam, administrateur général du district, adressait, à la fin de l'année dernière, à M. Chaudié, gouverneur de l'Afrique occidentale française.

Dans ce rapport très documenté, M. Adam rendait compte des efforts tentés par lui pour acclimater dans la région le Caoutchoutier de Cêara (*Manihot glaziovii*) et donnait, en même temps, de nombreux renseignements sur les lianes qui y poussent spontanément et qui sont exploitées par les indigènes.

Sur ce dernier point, il ressort surtout de l'étude à laquelle s'est livré M. Adam, que la seule liane, en somme, qui, en Casamance, fournisse un bon caoutchouc est celle que les Quoloffs appellent *toll*. Toutefois il n'est pas rare que les Noirs, pour augmenter leur récolte, mélangent avec le lait de cette liane les laits d'autres plantes, qui ne donnent que des produits de qualité inférieure; et c'est là une des causes — et non la moindre — qui ont fait déprécier sur le marché, en ces dernières années, le caoutchouc de la région. Alors que l'exportation, en 1894, était de 396.353 kilos, elle n'était plus que de 126.878 kilos en 1896. Parmi

¹ M. Brush, qui s'est spécialement occupé de la transmission de la chaleur par les gaz, a dressé de nombreux diagrammes de la conductibilité des gaz aux basses pressions.

² Nous avons résumé longuement ce Rapport dans un volume qui vient de paraître : *Les plantes à caoutchouc et à gutta* (Challamel, éditeur). Mais nous n'avons pu alors donner les indications complémentaires que nous fournissons ici, car ce n'est que depuis l'impression de l'ouvrage que nous avons pu examiner les plantes et produits dont parle M. Adam. Nous n'avions, dans notre mémoire, émis que des hypothèses — et elles se trouvent justifiées — concernant l'identification de ces lianes.

les lianes ainsi exploitées dans un but frauduleux serait surtout celle qui est nommée *mada* en ouloff.

Mais, quelles sont les plantes désignées sous ces termes de *toll* et de *mada*? M. Adam ne le dit pas, et c'est précisément la lacune que nous comblons ici. Sur la demande de M. Chaudré, M. Adam a fait, en effet, adresser dernièrement au Musée colonial de Marseille des échantillons des plantes et des produits dont il est question dans son rapport. Ces matériaux ont été recueillis par M. le Dr Séguin, médecin du poste de Sedhiou.

La liane *toll* est le *Landolphia tomentosa* Dew, reconnaissable, entre autres caractères, à ses rameaux fortement poilus, ainsi qu'aux nervures de ses feuilles, jaunâtres et velues sur la face inférieure. Il n'était pas, à vrai dire, ignoré que ce *Landolphia* est appelé ainsi *toll* en Sénégal, mais le même nom indigène est appliqué encore, dans toute la contrée, au *Landolphia senegalensis* Radlk et, en général, semble-t-il, aux différentes lianes à bon caoutchouc. Tous les rameaux que nous avons examinés appartiennent au *Landolphia tomentosa*; ce serait ainsi cette liane, bien plutôt que le *Landolphia senegalensis*, qui fournirait le caoutchouc de Casamance. Le produit que nous avons vu est excellent.

Tout au contraire, le produit du *mada* peut à peine être considéré même comme du mauvais caoutchouc : il est dépourvu d'élasticité et contient 48 % de résine, avec une forte proportion de substances étrangères. Les boules composées uniquement de ce produit sont rougeâtres, non visqueuses, cassantes et friables. Leur aspect est celui que présente le produit du *Carpodinus Forestiana* Pierre qui est l'*Okoouende-n'gowa* du Congo, lorsqu'on n'a pas provoqué la coagulation du latex de cette plante et que les globules se sont séparés simplement du sérum, sans influence étrangère. Mais, alors que, par coagulation au moyen des réactifs, on obtient avec le latex d'*Okoouende-n'gowa* un caoutchouc très élastique, le lait du *mada* ne donne jamais, même avec l'alcool, l'éther et l'acide acétique, qu'une substance cassante. Avec les acides citrique et tartarique et avec le chlorure de sodium, il ne se produit aucune coagulation. C'est ce qu'avait, du reste, déjà constaté avant nous M. Congoulat, pharmacien en chef des colonies à Saint-Louis du Sénégal, qui avait été chargé d'examiner le même latex, et dont le rapport à ce sujet nous avait été adressé en même temps que les plantes et leur produit. Contrairement à nous, M. Congoulat n'avait toutefois pas observé de coagulation avec l'acide acétique, qu'il n'avait sans doute pas employé pur.

Par l'ébullition, le latex, à proprement parler, ne coagule pas; il se forme seulement à sa surface une sorte de couche crémeuse, qui se renouvelle au fur et à mesure qu'on l'enlève. C'est le phénomène que présentent, en général, quand on les chauffe, les latex qui donnent une substance sans valeur, intermédiaire entre les caoutchoucs et les guttas; c'est, en particulier, le cas que nous avons déjà signalé ailleurs, à propos du lait d'un Fiquier que nous avons étudié autrefois, le *Sakharé* de la Guinée française.

Il n'y a donc aucun doute que le produit du *mada* n'est utilisé par les noirs que pour la falsification, et qu'il diminue considérablement la valeur du caoutchouc du *toll* avec lequel il est mélangé.

Il n'est pas sans intérêt, maintenant, de savoir quelles sont, au juste, les lianes désignées sous ce nom de *mada*. En réalité, le terme indigène s'applique au moins à deux espèces bien distinctes, car les divers rameaux fleuris qui ont été adressés avec l'étiquette *mada* étaient de deux sortes; ou, du moins, sur quatre échantillons, l'un des rameaux différait des trois autres.

Ces trois derniers ont des inflorescences en cyme bipare assez lâches. Leurs feuilles sont elliptiques, arrondies à la base et généralement obtuses au sommet, rarement surmoulées d'un très court acumen. Le pétiole, glabre, mesure 1 centimètre environ; le limbe a 9 ou 10 centimètres de longueur sur 3 à 6 centi-

mètres de largeur, avec huit ou dix nervures secondaires, sans ourlet marginal.

Sur le rameau joint aux trois précédents, les inflorescences sont des cymes corymbiformes très condensées, comme le sont celles du *Landolphia Heulelotii* D. C.; les feuilles sont ovales-allongées, atténuées à la base, presque toutes nettement mucronées au sommet. Le pétiole, glabre, mesure 1 à 2 centimètres; le limbe a 10 à 12 centimètres de longueur sur 4 à 5 centimètres de largeur; les nervures, nombreuses, sont très rapprochées les unes des autres, comme dans le *Landolphia calophylla*.

Les fleurs ont à peu près les mêmes caractères dans les deux espèces : le calice est court; la corolle est formée par un tube assez long, renflé dans la région médiane, et surmonté de lobes arrondis au sommet. Les étamines, presque sessiles, sont insérées dans le renflement; l'ovaire est turbiné, et le stigmate, allongé, se trouve au niveau des étamines.

Nous n'avons pu encore déterminer de façon certaine le rameau à cymes denses, mais les trois autres, que nous avons comparés aux échantillons de l'herbier du Muséum, appartiennent, sans le moindre doute, au *Landolphia florida* Benth., qui, en effet, on le sait déjà, est appelé, ainsi que quelques autres espèces telles que le *Landolphia Heulelotii*, *mada* en Sénégal.

Ajoutons que le fruit qui accompagnait l'envoi présente tous les caractères qu'indique Dewèvre pour le fruit de ce même *Landolphia*.

Un point se trouve donc ainsi bien établi : c'est que, si le terme de *mada* peut désigner plusieurs *Landolphia*, il s'applique surtout, en Casamance, au *Landolphia florida*. Et nous voyons en même temps que le produit de cette liane est sans valeur.

Or, à ce sujet, les avis étaient encore très partagés. Selon Merlon, Speke et Grant, le caoutchouc du *Landolphia florida* est excellent, et M. Morellet dit également que c'est cette espèce qui donne le *Loanda en boules*, appelé encore « têtes de nègres d'Afrique ». Au contraire, M. de Ficalho assure que la plante n'est pas exploitée dans l'Angola, et le Dr Noury affirme qu'en Sénégalie son caoutchouc n'est utilisé que pour falsifier les gommages de bonne qualité. C'est aussi l'opinion de M. Lecomte, qui n'a obtenu avec le latex de la plante qu'une substance cassante et résineuse.

Toutefois, tout récemment, M. Willey, directeur de la Station botanique de Free-Town, dont l'opinion pouvait avoir quelque autorité, semblait donner raison à Speke, à Grant et à M. Morellet en prétendant que c'est le *Landolphia florida* qui donne le caoutchouc de Sierra-Leone appelé *noff*.

Nous croyons que, malgré cette affirmation, il ne peut rester de doute. Notre produit ressemble à celui décrit par M. Lecomte, et, alors même qu'on objecterait que le lait qui le donne provient de différentes lianes réunies sous le même nom indigène, il n'en est pas moins certain que le *Landolphia florida* est la principale de ces lianes, puisque les échantillons que nous avons reçus (sauf un seul) et le fruit se rapportaient à cette espèce. Le *Landolphia florida* est, tout au moins, un des *mada* de la Casamance et le caoutchouc de ces *mada* est inutilisable.

Ainsi, en résumé, le bon caoutchouc de la Casamance serait dû, en grande partie, au *Landolphia tomentosa*, mais il est souvent falsifié par l'addition des produits, sans valeur, d'autres lianes, parmi lesquelles est, au premier rang, le *Landolphia florida* Benth et Hosker ou, *Landolphia comorensis* (Boj.) var. *florida* K. Schumann).

Et il était d'autant plus nécessaire d'être fixé sur la valeur réelle du produit de cette dernière plante qu'elle est une des espèces de *Landolphia* les plus répandues, puisqu'on la trouve non seulement sur la côte occidentale d'Afrique, depuis la Sénégambie jusqu'à l'Angola, mais encore sur la côte orientale, au Mozambique et à Zanzibar.

Henri Jumelle,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

LE DANUBE AUSTRO-ALLEMAND

ET LES PROJETS DE JONCTION DE CE FLEUVE AVEC LE MAIN, L'ELBE ET L'ODER¹

DEUXIÈME PARTIE : JONCTION AVEC L'ELBE ET L'ODER

I. — JONCTION DU DANUBE AVEC LA MOLDAU ET L'ELBE.

L'idée de la jonction du réseau bohémien au Danube est-elle plus mûre ? A coup sûr, elle est vieille de cinq siècles ; elle remonte au règne de l'empereur Charles IV. Elle n'a pu naître que si le réseau bohémien était lui-même animé déjà. Au x^e siècle, des radeaux chargés du sel du Salzkanimergut descendaient la Moldau de Budweiss à Prague. Au xv^e siècle, des bateaux saxons arrivaient jusqu'à Prague, et des relations régulières reliaient par l'Elbe la capitale de la Bohême avec la métropole hanséatique, Hambourg². Au xvm^e siècle, sous Joseph II, fut élaboré un projet de canal de la Moldau au Danube : ce projet fut ajourné par les événements qui bouleversèrent la monarchie autrichienne et, à l'époque où l'on en reparla, la nouveauté du chemin de fer, même à traction animale, dominait les esprits : aussi fut construit de Linz à Budweiss un tramway qui provoqua un trafic considérable (1826-1829).

En 1879 seulement, la question revint à l'ordre du jour, et reçut bon accueil à la Chambre des députés du Reichsrath. Dès le dépôt d'un rapport favorable à la construction d'un canal et à la canalisation de la Moldau jusqu'à Melnik (1884), les Diètes de Basse-Autriche et de Bohême promirent leur concours financier. Le gouvernement seul montra de la froideur³. L'initiative privée poursuivait l'agitation, et, à la fin de 1892, un Comité entraînait en fonction avec le patronage des Chambres de commerce de Vienne, Dresde, Halberstadt, Hambourg, Lübeck, de sociétés industrielles, etc. Le programme technique comporte les principes suivants : ouverture d'une voie navigable de 2^m,10 de profondeur minima de Vienne à Aussig, pour canal et cours d'eau canalisés, avec une largeur de 30 mètres, de manière à livrer passage à deux bateaux calant 1^m,75 au plus.

Cette voie (fig. 1 et 2) aurait à franchir le puissant et ardu massif de la Forêt de Bohême, à des altitudes où ne s'est hasardé encore aucun canal. Primitive-

ment, on évaluait la hauteur du bief à 331 mètres⁴. Des devis plus récents ont déterminé deux faites, le premier à 330 mètres, entre Gmünd et Schwarzenau-Allensteig ; le second à 580 mètres, entre la Thaya et la Kamp⁵. Pour le rachat de ces fortes pentes, un problème technique des plus curieux fut abordé : celui des plans inclinés et des ascenseurs à substituer aux écluses. Une maison franco-belge, la C^{ie} Hallier-Dietz-Monnin, proposa d'appliquer un système dont l'inventeur est l'ingénieur français Peslin⁶. Selon le projet qu'elle soumit, le canal devait s'amorcer à Korneuburg, sur le Danube (161 mètres), s'élever par un escalier de sept plans inclinés jusqu'à la cote de 530 mètres, et, par trois plans inclinés, descendre sur Budweiss. La longueur du tracé était évaluée à 181 kilomètres, le coût à 350.000 florins par kilomètre. Mais cet essai d'un outillage mécanique insolite a suscité des inquiétudes et des controverses : aussi, a-t-on accueilli avec plus de faveur le projet de la C^{ie} Lanna-Vering, qui a l'avantage, dans le cas présent, de n'être pas étrangère, et qui ne recourt qu'aux écluses, au nombre de 39 sur le versant danubien, pour compenser 370 mètres, et de 22 sur le versant bohémien, d'une pente de 143 mètres. Le parcours total serait de 209 kilomètres, au prix de 285.000 florins par kilomètre. L'ingénieur Urbanitzky propose, comme têtes du canal, Linz sur le Danube et Rosenberg sur la Moldau, ligne directe de 49 kilomètres seulement, ayant à vaincre une différence de niveau de 450 mètres, dont 370 sur la façade danubienne ; mais à cette ligne il faudrait ajouter 30 kilomètres de canalisation de Rosenberg à Budweiss⁴.

¹ NÖRDLING, *loc. cit.*, p. 181.

² KAPTAN *Verbandsschr.*, n° V, p. 12).

³ PESLIN : Nouveau système de plans inclinés pour bateaux (*Ann. des Ponts et Chaussées*, 6^e série, IX, 1885, p. 243-58. Cf. RIEDLER : Zur Entwicklung der Schiffshebewerke (*Verbandsschr.*, n° XXI, p. 9. Un jury fut constitué auquel furent soumis les projets d'outillage pour les canaux du Danube à l'Elbe et à l'Oder. Le résultat des délibérations a été publié avec commentaire et illustrations (A. RIEDLER : *Neuere Schiffshebewerke*, Berlin, Seydel, 1897).

⁴ Ueber das Projekt einer Kanalverbindung von Rosenberg an der Moldau nach Linz an der Donau *Verbandsschr.*, n° XII). Un autre projet, qui adopte aussi Linz comme point de départ et suivrait l'ancienne rigole du Prince Schwarzenberg, a été élaboré par le géologue Koch et les ingénieurs Olwein et Steinert. Mais les auteurs ont été sur leur combinaison aussi brefs que discrets (*Ibid.*, p. 11. Cf. p. 23). Le tracé serait de 93 kilomètres, mais ne serait réalisable qu'au moyen de

¹ Voyez la première partie de cette étude (Régime du Danube, jonction avec le Main, dans la *Revue* du 15 octobre, pages 749 à 755).

² MASICK : Die Elbe und ihre zwei grössten Nebenflüsse in Böhmen (*Verbandsschr.*, n° XVIII, p. 5).

³ KAPTAN (*Verbandsschr.*, n° V et XII) fait l'historique de la procédure parlementaire, à laquelle il prit une part active.

L'alimentation offre ici des conditions plus propices que pour le canal Louis; la région des biefs de partage, très boisée, reçoit pour le moins chaque année près de 60 centimètres de pluie, dont 40 % peuvent être utilisés¹; on emprunterait ainsi des réservoirs suffisants pour entretenir, par un débit de 47 millions de mètres cubes, un mouvement annuel de 3.600.000 tonnes avec le système des écluses, de 4 millions et demi de tonnes, si l'on combine écluses et plans inclinés².

Mais le canal de raccordement n'est qu'un élément de cette vaste conception, dont l'autre terme est l'appropriation du réseau de Bohême.

Ce réseau se compose de deux tronçons : la Mol-

trains de bois s'y croisent et, depuis les premiers déblaiements entre Stéchowitz et Prague, un service, de vapeurs fonctionne sur un trajet bien court (28 kilomètres); mais une flottille de seize bâtiments a transporté, en 1896, près d'un million de voyageurs.

Depuis Prague, la voie serait désolée sans la connexion avec l'Elbe allemande; Prague et Hambourg sont les deux pôles, inégalement puissants, du courant. Mais ce courant est enrayé encore par des obstacles physiques. La régularisation inaugurée depuis 1880, surtout entre Prague et Melnik, tend à obtenir une largeur de 30 mètres et une profondeur de 1^m, 40; mais elle a eu pour conséquence,

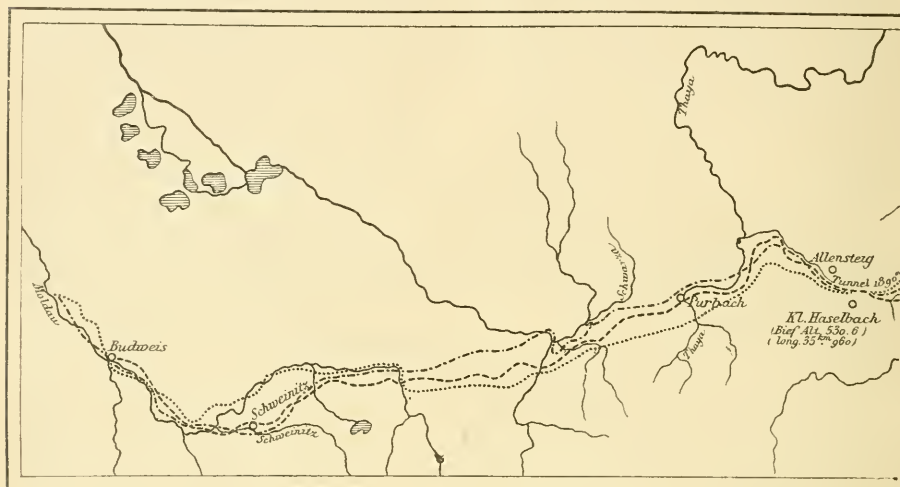


Fig. 1. — Tracés divers du canal projeté entre le

dau, de Budweis au confluent de l'Elbe, à Melnik (246 kilomètres, l'Elbe jusqu'à la frontière saxonne (105 kilomètres). En dehors de ces deux sections qui, à dire vrai, ne se distinguent que nominativement et font corps, les cours d'eau de Bohême sont tout au plus flottables. Le sillon central est le théâtre d'une vie locale active, que le chemin de fer a sans doute affaibli, mais non supprimée³. Bateaux et

sur plusieurs points, un affaissement du plan d'eau qui a arrêté la batellerie. C'est donc, au dire des techniciens, la canalisation qui s'impose de Prague à Aussig, d'autant plus que si, de Melnik à Leitmeritz, la voie est à la rigueur praticable, au-dessous de cette dernière station les conditions empirent. La Diète de Bohême a voté à l'œuvre un subside de 13 millions de florins, et le Ministère a sanctionné le projet, émanant de la maison Lanna-Verling⁴; des chalands de 60 à 70 mètres de long, d'un tirant d'eau de 1^m, 70 à 1^m, 80, d'un jaugeage de 700 tonnes, pourront, en tout temps, remonter jusqu'à Prague avec cargaison pleine. Les travaux confiés à l'ingénieur Mrasick sont en voie d'exécution. Reste un problème à trancher ultérieurement, celui de la canalisation de l'Elbe en aval d'Aus-

plans inclinés. Nous mentionnons seulement un autre projet : RUSS : *Eine Schifffahrtsstrasse Donau-Moldau-Elbe* (Vienne, Konegen, 1894).

¹ RUVARAC : *Die Abfluss-und Niederschlagsverhältnisse von Böhmen* Geogr. Abhandl. V, 1896.

² Urbanitzky (p. 21) emprunterait à la Moldau, par une rigole de 13 kilomètres, un volume de 40 millions de mètres cubes.

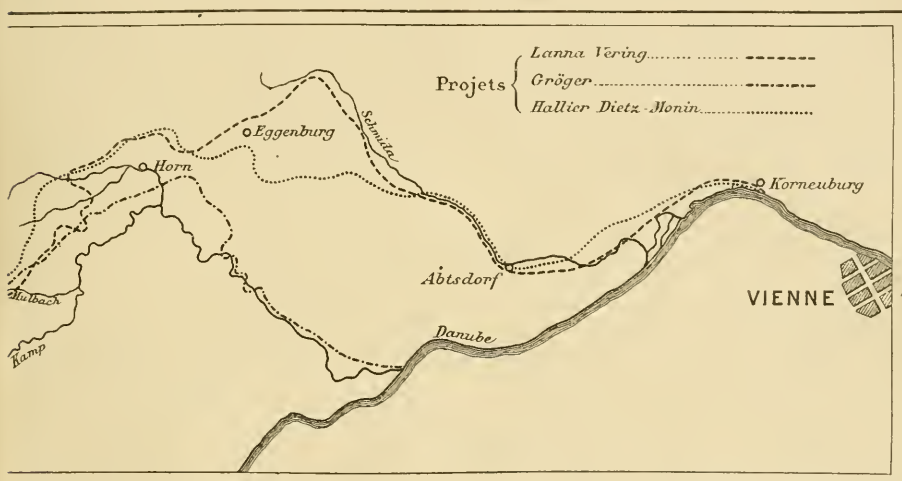
³ Sur la section de Budweis à Prague, le trafic ressortait en 1860 à 38.000 tonnes de marchandises diverses, 357.000 de bois; avec l'ouverture du chemin de fer Empereur François-Joseph, le déclin s'accrut, jusqu'à 5.000 tonnes en 1869; depuis, le mouvement s'est relevé à 90.000 tonnes en 1896.

⁴ Mrasick (no XVIII, p. 35) donne les détails techniques, dimensions des écluses, etc.

sig¹. Jusqu'ici, on ne peut que constater de louables efforts; depuis dix ans, la Bohême et la Saxe ont dépensé chacune de 3 à 4 millions de marks pour régulariser le lit; un service d'annonce des crues a été organisé, qui concentre à Prague les données de treize stations bohémienues et permet à la batellerie de combiner ses mouvements².

Quand le Danube et l'Elbe seront soudés, une route transcontinentale sera ouverte, de plus de 3.000 kilomètres, de la mer du Nord à la mer Noire. Le premier et le plus apparent avantage de cette voie sera de raccourcir — commercialement — la distance de Sulina et Constantinople à Hambourg, au regard du trajet maritime; la marchandise expédiée,

à parcourir, soit 55 %; de Constantinople à Hambourg, l'abréviation se chiffre par 2.811 kilomètres, soit 41 %. Economie de temps, à coup sûr! Economie d'argent? C'est une question de tarifs; le prix du fret, sous l'aiguillon de la concurrence, semble indéfiniment compressible. Ce qui paraît plus probant, c'est que l'immense bassin de drainage économique que cette ligne de navigation desservira, a de quoi défrayer une exportation intense vers l'Orient; les industries de la Saxe, de la Bohême et de l'Autriche trouveront pour leurs produits un écoulement facile et rapide. De 1886 à 1892, le nombre des navires allemands et autrichiens à Sulina n'a représenté qu'un peu plus de 7 % de la



Danube et l'Elbe par l'intermédiaire de la Moldau.

F. Bornemann Gr 17, A. St. Sulpice, Paris

par la navigation intérieure, du premier de ces ports, aura exactement 3.779 kilomètres de moins

fréquentation totale annuelle, alors que le pavillon britannique accapare les deux tiers, le pavillon grec un dixième; le tonnage, s'élevant à 100.000 unités, reste inférieur à l'apport des Grecs (140.000) et décroît auprès du mouvement britannique (887.000)³. Il s'ouvre donc là un beau champ d'activité.

Réciproquement, les produits de l'Orient, les céréales, le pétrole du Caucase et de Roumanie, etc., auraient un accès plus prompt vers les centres de consommation de l'Europe centrale.

On se promet aussi une recrudescence d'échanges dans le trafic local, c'est-à-dire entre l'Autriche et l'Allemagne⁴. Mais ici, que de susceptibilités à

¹ Le problème est des plus difficiles (BELLINGRATH : Die Bedeutung der Mindestfahrtiefen. *Verbandsschr.*, n° V, p. 32). Il ne faut pas croire que l'Elbe allemande offre des conditions meilleures que le tronçon bohémien. D'après les relevés de la Commission d'inspection internationale, la profondeur minima du chenal navigable, à l'étiage, ressort à 63 centimètres en Bohême, 55 en Saxe, 57 en territoire prussien à l'amont d'Anhalt, à 63 dans le duché d'Anhalt et à 77 jusqu'à Magdebourg. Or, depuis plus de trente ans, cette commission réclame pour toute la ligne une profondeur minima de 93 ou 94 centimètres. Elle a, en 1894 encore, reconnu les points défectueux qui obligent les chalands à s'alléger de moitié (*Verbandsschr.*, n° XVIII, p. 15-16. SCHANZ, ouvrage cité, p. 10).

² H. RICHTER : Die Abtiss und Niederschlagsverhältnisse im Flussgebiet der böhmischen Elbe im Jahre 1894. *Public. du Bureau technique du Landes Kulturath de Prague*. — P. SCHNEIDER : Beiträge zur meteorologischen Hydrologie der Elbe (*Public. de l'Institut météorol. de Chemnitz, Leipzig*, 1897, notamment p. 49).

³ KAPTAN (*Verbandsschr.*, n° V, p. 20).

⁴ Les prévisions statistiques, ainsi que le déclarait un des promoteurs de l'œuvre, Kaftan, au printemps 1897, *Verbandsschr.*, n° XII, p. 9, sont encore précaires. On attend que les Chambres de commerce, les gouvernements et autres

ménager ! C'est d'abord l'hostilité des agriculteurs, non seulement d'Allemagne, mais de Bohême et de Moravie, contre l'intrusion des blés d'Orient. A ceux-là, on offre aussi, comme argument consolateur, la possibilité de soutirer au canal une onde fécondante pour leurs terres ; on assure que, dans la seule Bohême méridionale, sur le parcours du futur canal, des centaines de mille hectares demandent de l'humidité.

Mais, doute plus grave, l'Autriche est-elle disposée à abaisser ses barrières douanières et à livrer le marché hongrois et bas-danubien au fabricant allemand, le plus insinuant et le plus expansif des rivaux ?

Chaque article, peut-on dire, soulèvera des défiances et des polémiques intestines. Les mineurs suédois, par exemple, qui, jusqu'ici, gagnent la Hongrie par Oderberg, ne seront-ils pas détournés par le canal de l'Elbe au Danube ? Ce serait contre nature, déclarent les tenants du canal de l'Oder au Danube¹.

Enfin, en dépit des statistiques qui miroitent aux yeux², quelques voix s'élèvent qui demandent si la ligne navigable « fera ses frais », et réclament une enquête plus minutieuse. C'est dans le deuxième Congrès de l'Association, à Vienne, en mai 1897, que ces scrupules ont été émis de la part du Dr Forst, secrétaire de la Chambre de commerce et d'industrie de Prague³. Il est bon que la foi dans le succès final de l'œuvre se fortifie en s'éclairant.

II. — JONCTION DU DANUBE AVEC L'ODER.

La plus pratique, la plus viable des conceptions paraît être celle d'un raccourcissement du Danube à l'Oder (fig. 2). Un publiciste ennemi des canaux prétend qu'en France l'entreprise serait achevée depuis un siècle⁴. Il y a un siècle et plus qu'on la médite. Sous le règne de l'Empereur Charles VI, un plan fut dressé pour amener « la navigation de la March

par la Beezwa au moyen d'un canal ou coupure dans l'Oder, afin de faciliter la navigation et le trafic de la mer Germanique à la mer Noire⁵. Même quand l'Autriche eut perdu la Silésie, elle ne renonça pas à ce dessein : sous Joseph II, un ingénieur belge, Maire, étudia cette jonction : c'était l'époque où l'Autriche possédait les Pays-Bas et rêvait une fortune de puissance commerciale et maritime. Il est certain que, si ce projet avait été dès lors amorcé, les destinées de l'Autriche s'en fussent ressenties : elle n'aurait pas été évincée du Zollverein ; elle aurait commandé — avant la construction des chemins de fer — une des grandes voies du trafic européen.

Pendant l'ère des chemins de fer, on négligea, en Autriche comme ailleurs, le réseau fluvial. Il semble que l'initiative de la France, qui, au lendemain de son désastre, embrassa le vaste programme auquel est attaché le nom de Krantz, ait rappelé l'attention des Autrichiens sur leurs cours d'eau. En 1872, un premier devis fut présenté au gouvernement sous les auspices de la Banque anglo-autrichienne. Le *krach* de 1873 ajourna l'affaire, qui fut reprise au Parlement en 1879 ; en 1881, l'établissement d'un canal du Danube à l'Oder fut recommandé aux pouvoirs publics⁶. L'agitation fut menée par le *Donau-Verein* et son organe, *Danubius*.

Le gouvernement cisleithan fit la sourde oreille. Il refusa de suivre l'exemple de la France et de l'Allemagne, c'est-à-dire de mettre à la charge de l'État des travaux de cette envergure. Il obéissait encore à un autre mobile, tout aussi peu désintéressé : le canal projeté serait une doublure, sinon un concurrent, du chemin de fer du Nord *K. Ferdinands Nordbahn* ; or, à la veille de renouveler le privilège de cette Compagnie, le gouvernement se réservait une participation aux bénéfices, d'où une froideur bien explicable à l'égard du canal.

Mais l'initiative privée ne se rebuta point. En 1892, la Société franco-belge Hallier-Dietz-Monnin sollicita la concession de l'entreprise et en confia la préparation à des ingénieurs français, MM. Peslin, Lavallois et Acquard. En 1894, le projet fut soumis au gouvernement.

Il comportait un trajet de 274 kilomètres, égal à celui de la Nordbahn, de Vienne à Oderberg, franchissant le bief de partage à 123 mètres au-dessus du Danube, à 81 mètres au-dessus de l'Oder, avec une largeur au plafond de 16 mètres dans le canal, d'environ 9 mètres dans les aqueducs et une profondeur de 2 à 2^m.50. La pente était rachetée, non par des écluses, mais par des plans inclinés. Ces combinaisons devaient permettre la circulation de

intéressés aient réuni les données qui mettront en lumière les avantages de l'entreprise. En tous cas, outre les chiffres du commerce austro-allemand, on peut noter parmi les symptômes les plus encourageants, le développement du trafic à Aussig (*Verhandsschr.*, n° XVIII, p. 10).

¹ SIEWERT : Die wirtschaftliche Beziehung des mittleren Elbegebietes zum Donau-Moldau-Elbe Kanal (*Verhandsschr.*, n° V, p. 37-43).

² Voir *Verhandsschr.*, n° V, p. 5 ; n° XII, p. 9 ; n° XVIII, p. 18.

³ *Verhandsschr.*, n° XVII, p. 20-23. Les évaluations de la Chambre de commerce de Prague aboutissent, pour le trafic du futur canal de jonction, aux prévisions suivantes : importations, 618,453 tonnes ; expéditions, 500,399 ; total : 1,178,852. Or, on a calculé que sur la section améliorée de Prague à Aussig un mouvement annuel de 1,500,000 tonnes couvrirait juste les frais, alors que le coût de la canalisation revient à 100,000 florins au kilomètre. Le kilomètre du canal de jonction coûterait 350,000 florins, plus du triple, et l'on ne prévoit un trafic que de 1,200,000 tonnes à peine.

⁴ V. NÖBLING, p. 182.

⁵ ÖLWEIN : Das Donau-Oder Kanal Projekt (*Verhandsschr.*, n° II, p. 6).

⁶ Texte de la résolution dans Nördling, p. 3.

chaland de 600 tonnes. Mais des chalands de ce jaugeage auraient-ils intérêt et profit à prendre cette voie? Quels produits porteraient-ils? Où les porteraient-ils?

Sans doute, une ligne de navigabilité continue de la Baltique à la mer Noire, desservant sur plus de 6.000 kilomètres les régions les plus diverses, est, sur la carte, d'un effet séduisant et grandiose. Mais les actionnaires et les clients ne cèdent qu'à des arguments positifs et chiffrés.

Or, un premier sujet de défiance, c'est l'Oder — sans parler du Danube, dont les imperfections ont

lent souvent, et les bateaux de 600 tonnes seraient aussi embarrassants qu'embarrassés pendant ces périodes maigres où la tranche d'eau est épaisse de 1^m,30 au plus. En temps de crue, en revanche, ces mêmes chalands auraient peine à se mouvoir et à passer sous les ponts. On propose, pour obvier à ces inconvénients, d'étendre la canalisation jusqu'au confluent du canal Oder-Sprée, ce qui reviendrait à 100 millions de francs. Le compte de premier établissement serait donc fortement grevé.

Les perspectives économiques sont-elles plus riantes? Un champion du projet, le professeur Oel-

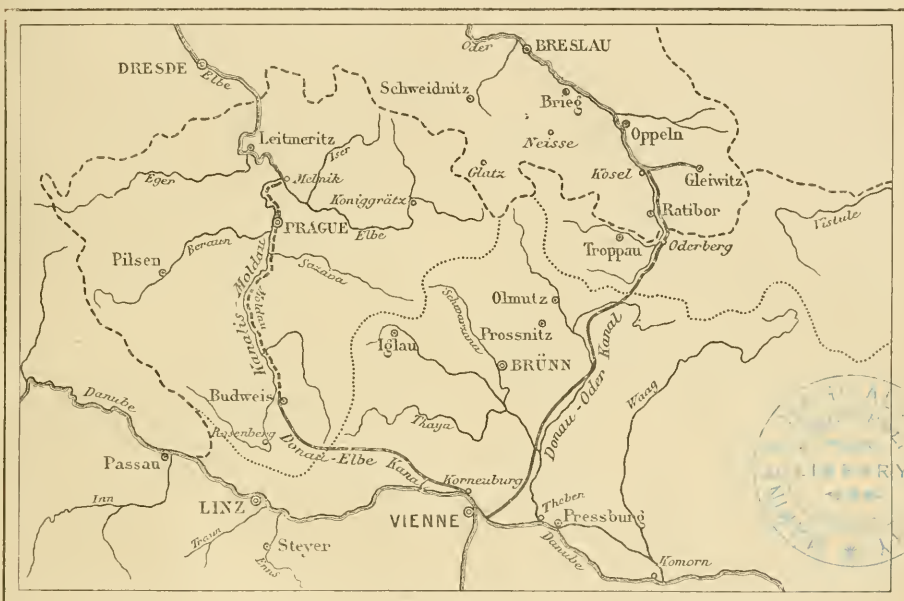


Fig. 2. — Projets de canaux du Danube à l'Elbe et à l'Oder.

été signalées. L'Oder est un fleuve encore des plus irréguliers, en dépit du traitement orthopédique qu'il a subi et dont l'objet principal était de parer à ses crises¹. Le canal de jonction n'aurait nulle signification si l'Oder n'était amendée pour se prêter au grand trafic. Du terminus du canal, Oderberg, jusqu'à Cosel, il y aurait lieu soit de canaliser le lit, soit de tracer un canal latéral, sur 65 kilomètres, travail d'une dépense de 12 à 15 millions de francs. En outre, même au-dessous de Breslau, les eaux défail-

lent souvent, et les bateaux de 600 tonnes seraient aussi embarrassants qu'embarrassés pendant ces périodes maigres où la tranche d'eau est épaisse de 1^m,30 au plus. En temps de crue, en revanche, ces mêmes chalands auraient peine à se mouvoir et à passer sous les ponts. On propose, pour obvier à ces inconvénients, d'étendre la canalisation jusqu'au confluent du canal Oder-Sprée, ce qui reviendrait à 100 millions de francs. Le compte de premier établissement serait donc fortement grevé.

Les perspectives économiques sont-elles plus riantes? Un champion du projet, le professeur Oel-

¹ B. AUERBACH: Le régime de l'Oder, *Annales de Géographie*, 15 juillet 1897. On a remarqué que, sur la section Cosel-Ratibor, la navigabilité a été compromise et même perdue du fait de la régularisation. GÖRTNER: Das Donau-Oder Kanal Projekt, *Verhandsschr.*, n° VII, p. 4).

² OELWEIN: *Verbandsschr.*, n° II, p. 14-16.

des tarifs du chemin de fer concurrent, n'aurait, affirme-t-on, rien de rédhibitoire¹; en tous cas, la tonne de houille, du bassin d'Ostrau à Vienne, reviendrait par eau à près de 2 florins moins cher que par voie ferrée.

Ce seul résultat — s'il est vérifié — mériterait considération. Le combustible des mines de Silésie serait pour le canal un client assidu. Tous les pays danubiens ont besoin de cette matière première : Vienne en consomme un million et demi de tonnes par an ; la Styrie, la Carinthie en réclament pour leurs usines et hauts fourneaux, la Hongrie pour son industrie encore jeune, mais déjà singulièrement affamée. Mais le charbon silésien pousserait jusqu'à Galatz, où il lutterait sur place avec le charbon anglais et écossais².

Perspective affriolante pour les mines de la Silésie... prussienne, mais qui enchante moins les producteurs de houille de la Silésie autrichienne et de la Moravie. On s'efforce de tranquilliser ces derniers : le charbon prussien n'envahira pas l'Autriche, car, une fois l'Oder améliorée, il ira chasser des ports baltiques le charbon anglais. On répliquera que l'un n'empêche pas l'autre, et qu'on s'explique mal l'ardeur des Prussiens pour la construction du canal. Mais en supposant à la houille prussienne des desseins si noirs contre la houille autrichienne, songe-t-on que la première aura, du carreau de la mine à Oderberg, point d'embarquement, un transport plus long et plus coûteux que le charbon national ?

Ce surplus de frais compenserait l'infériorité du prix d'extraction et de revient de l'autre côté de la frontière³. En effet, la houille autrichienne paie jusqu'à Vienne, de la fosse de Karwin, 38 kr. 9 par quintal métrique, de Mährisch-Ostrau, 36 kr. 3; la houille de Silésie, en moyenne, 51 kr. 6. Mais c'est le tarif du chemin de fer, et la même différence sera-t-elle maintenue par le canal ? Le charbon autrichien est de qualité supérieure ; il est gras et particulièrement propre à la fabrication du gaz et du coke. En Silésie prussienne, on n'emploie, pour la fabrication du coke, que 9 % de la production totale, à Karwin 15 %, à Mährisch-Ostrau 41 %. Le coke étant surtout utile pour le traitement du

fer, il est certain que la Hongrie, la Styrie, la Carinthie s'approvisionneront — au lieu des cokes westphaliens qu'elles importent actuellement — de cokes nationaux qui leur arriveront par eau à un fret plus modéré. Loin de nuire aux bassins autrichiens, l'ouverture du canal leur vaudra un surcroît d'activité : on s'inquiète s'ils seront en mesure de fournir à la consommation ; s'ils n'y suffisent pas, l'entreprise du canal en sera d'autant plus justifiée.

En ce cas, elle accaparerait le trafic houiller de la Nordbahn, dont les wagons rouleront à vide. A quoi les champions du canal répondent que l'on verra éclore des industries nouvelles ; celles-ci devront être défrayées de combustible, si bien que canal et chemin de fer rivaliseront fraternellement. Pourvu que les sucreries, filatures, etc., qui se créeront, ne fassent pas tort aux anciennes !

Tous ces raisonnements n'empêchent que bien des gens croient à l'avenir de l'œuvre, mais beaucoup aussi préfèrent le *statu quo*.

Aussi, les partisans du canal s'évertuent à dorer la pilule aux Autrichiens défaits. Les bateaux charbonniers, annoncent-ils, qui apporteraient la houille pour les établissements styriens, chargeraient à Vienne, pour le retour, les minerais de cette province amenés par wagons. Les forges de la Silésie s'alimenteraient aisément à cette source ; en 1884, la Silésie n'en tirait que 10.000 tonnes ; en 1895, elle s'y est pourvue de 55.000, et le chiffre ne peut que s'enfler dans la suite pour satisfaire les centres industriels nouveaux. La métallurgie silésienne n'a point d'espoir d'expédier ses produits en Autriche : les droits protecteurs ne fléchiront pas. Le transit même sera jalousement réglementé, car l'Autriche réserve à ses machines, à ses chaudières, à ses articles de fer et d'acier, les marchés hongrois et bas-danubiens. Cependant, qu'on se défie des ambitions allemandes : celles-ci ne désespèrent pas de voir les produits métallurgiques de Silésie évincer de Bucharest, de Belgrade, de Braila, les similaires anglais et belges..., et même, s'il le faut, autrichiens⁴.

La plaine allemande est pauvre en bois. Les halliers de la Slavonie, de la Croatie, de la Transylvanie ont de riches réserves, et les matériaux flottés par les affluents jusqu'au Danube remonteront le fleuve jusqu'au canal de l'Oder. Mais les bois russes, de provenance plus prochaine, cesseront-ils de prendre le chemin de l'Allemagne et ne disputeront-ils pas la place ?

Quant à la question des céréales, elle ne soulève pas ici, quoi qu'on en ait dit, les alarmes des agrariens et des cultivateurs. La Moravie ne redoute

¹ GOTHEIN : *Ibid.*, n° VII, p. 8.

² GOTHEIN : *Ibid.*, p. 9, calcule que le charbon silésien se vendrait à Braila au même prix que le meilleur anglais, mais à condition d'y être dirigé par voie d'eau, car le fret par chemin de fer monte actuellement à 20 mk 47, ce qui rend la lutte impossible ; par eau, il serait abaissé à 11 mk 50 ce qui égalise les conditions. Mais Gothein ne partage pas l'illusion de son confrère Oelwein n° VI, p. 15), qui voit déjà le charbon silésien déboucher sur l'Adriatique et déboucher le charbon anglais de Trieste, de Fiume, de Pola, voire des ports italiens.

³ OELWEIN : *Ueber den gegenwärtigen Stand des Donau-Oder Kanalprojekts* (*Verhandsschr.*, n° XI, p. 4 et suiv.).

⁴ GOTHEIN : *Verhandsschr.*, n° VII, p. 12.

pas, en effet, d'être inondée par les blés hongrois ou orientaux; elle-même est une des régions les plus fertiles de la monarchie, elle s'empressera d'expédier en Allemagne le trop plein de ses granges; aussi, a-t-elle salué la conception du canal qui, grâce à un fret plus bas, permettra aussi à ses orges et à ses malts de reconquérir les marchés allemands, dont ils avaient été éliminés¹.

Mais c'est aux céréales hongroises que s'ouvrira un immense débouché, un champ de bataille où elles auront à se mesurer avec les céréales russes. Jusqu'ici, l'Autriche-Hongrie ne contribue que pour moins d'un dixième à l'approvisionnement de l'Allemagne en grains; la Russie seule fournit près des deux tiers². La politique qui a provoqué déjà, notamment en 1893, une guerre de tarifs entre la Russie et l'Allemagne, peut et doit, au contraire, favoriser l'Autriche, la docile alliée. Il est vrai qu'avec les blés hongrois affluent les blés serbes, roumains, bulgares; après tout, la Hongrie elle-même les appelle, puisqu'elle a généreusement élargi les Portes de Fer. D'ailleurs, ces blés gagnent des ports maritimes allemands par navires chargés à Sulina et Galatz. Ne vaut-il pas mieux qu'ils transitent par le Danube et l'Oder? Les pays riverains encaisseront au moins le bénéfice de ce transit.

Mais, pour solliciter plus puissamment les pays producteurs, n'est-il pas nécessaire de les relier aussi directement que possible à l'artère d'écoulement? Donc, le tracé ne doit-il pas aboutir au Danube, en Hongrie, vers Theben, par une branche spéciale? Pourquoi forcer les bateaux hongrois au détour par Vienne?

C'est là encore un des nombreux sujets de contestation qui surgissent — parmi tant d'autres plus chroniques — entre les deux Etats que leur Compromis ne cesse de diviser. On est tenté de donner raison aux Hongrois, en vertu de la géographie : c'est près de Theben, au seuil du royaume de Saint-Etienne, que la March continue. Qu'on la canalise ou qu'on la flanque d'un canal latéral, le trajet sera raccourci de 50 kilomètres qu'exigerait le trajet par Vienne. Peu chaut aux Magyars que le Danube soit régularisé entre Theben et Vienne, ils n'ont envie de perdre ni temps ni argent, et encore moins de contribuer au prestige de Vienne comme métropole du commerce des céréales; ils préfèrent construire à leurs frais le tronçon de Theben à Angern, tête du canal Danube-Oder, c'est-à-dire dépenser 20 millions de francs pour la sauvegarde de leur amour-propre, sinon de leur intérêt national.

III. — CONSÉQUENCES GÉOGRAPHIQUES ET ÉCONOMIQUES.

Malgré les divergences et les hostilités, ce n'est pas une chimère qui a suscité la communion d'efforts et d'études chez des praticiens habitués à se mesurer avec les réalités. Si cette conception d'un réseau navigable ininterrompu de la mer du Nord et de la Baltique à la mer Noire a pu être timidement ébauchée autrefois, elle n'a plus rien aujourd'hui qui étonne les esprits : ni les moyens ou engins d'exécution, ni les capitaux de plus en plus aventureux ne feront défaut. Il est donc permis d'envisager d'ores et déjà les conséquences de ce vaste programme.

Une première — qu'il importe de signaler — c'est le progrès de la Géographie; une enquête uniforme se poursuit sur tous les cours d'eau d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie, susceptibles d'être aménagés : ainsi se fondera une méthode de l'hydrographie fluviale, ou, si l'on emploie un terme pédantesque, de potamologie³. On s'est inquiété aussi d'innover un règlement commun de statistique, dont les classifications parfois subtiles mettent en relief des phénomènes que les géographes négligent trop, par exemple, la distinction des cours d'eau navigables temporairement ou en toutes saisons, les sections de petite et de grande batellerie sur un même cours d'eau, les symboles à marquer sur les cartes pour les points de transbordement, les ports d'hivernage, etc.⁴. Nous ne citons que pour mémoire les recherches techniques sur les types de bateaux⁵ et sur le mode de traction, écluses, plans inclinés, ascenseurs⁶.

Mais, outre ces résultats matériels, la construction de ce réseau intéresse l'ordre européen. Déjà il existe une sorte d'individualité politique qu'on appelle l'Europe Centrale : il se créerait désormais sous ce vocable une puissance économique; et c'est là un des vœux les plus chers des promoteurs de l'Association dont nous racontons les premiers gestes. Sans doute, l'Allemagne et l'Autriche sont liées déjà par les voies ferrées; mais il semble que la jonction des eaux ait une signification plus

¹ Le prof. PENCK : Ueber die einheitliche Hydrographie der Binnengewässer (*Verbandsschr.*, n° XIX), a donné le modèle de cette méthode.

Cf. Prof. GENTHER : Grundfragen für eine einheitliche Hydrographie der Verbandsländer (*ibid.*, n° XXI) ; FADER : Einheitliche Hydrographie der Verbandsländer (*ibid.*, n° XXIV) ; Ueber die einheitliche Pflege der Hydrographie (*ibid.*, n° XIV) ; KOVACS : Einheitlicher Wassermeldedienst der Verbandsländer (*ibid.*), avec une excellente carte modèle pour l'annonce des mouvements d'eaux.

² Die Methoden der statistischen Erhebungen (3 mémoires, *Verbandsschr.*, n° IV) ; Binnenschiffahrts-Statistik der Verbandsländer (2 mémoires, *ibid.*, n° XXIV). Nous croyons qu'il est bon que les cartes scolaires reproduisent un certain nombre d'indications de la statistique graphique.

³ *Verbandsschr.*, n° XXIII, avec planches.

⁴ *Verbandsschr.*, n° XV et XXV.

⁵ Voir *Verbandsschr.*, n° XI, p. 11, la pétition adressée à la diète de Moravie.

intime que le raccordement superficiel des rails : celle d'un échange, d'une transfusion de substance vivante. On discutera sur les bénéfices probables de chacun des Etats associés ; on se rendra compte que l'Allemagne et la Hongrie tireront un avantage certain à se prendre leurs produits ; on se demandera si l'Autriche ne sera pas la dupe de ce marché, si elle ne perdra pas sa clientèle hongroise, sans gagner de débouchés en Allemagne ; si elle ne sera pas condamnée à ce contre-sens de frayer des avenues nouvelles et plus accessibles, et de les fermer par des tarifs obstructeurs. On s'explique la froideur — ou la bienveillance trop officielle — des gouvernants de l'Autriche cisleithane et leur répugnance à engager l'Etat dans une œuvre de cette portée. N'est-ce pas d'un œil jaloux et contristé qu'ils verraient voguer, sur leur beau Danube bleu, régularisé et discipliné à grands frais, les

chalands battant pavillon de l'Empire allié, et bondés d'articles allemands à destination de la Hongrie ou de l'Orient ? C'est l'Allemagne qui prononcerait sa poussée économique vers l'Orient, son *Drang nach Osten*.

L'Angleterre et la Russie s'émeuvent de cette ambitieuse tentative. La France, malheureusement, n'a guère à s'en préoccuper. Ce n'est pas elle qui risque d'être évincée, par la raison qu'elle n'a amorcé aucun trafic dans ces parages qui sollicitent l'invasion allemande. Est-il bien sûr cependant qu'on doive chez nous se désintéresser de ces visées, et, à l'égard des problèmes qui ne nous touchent pas immédiatement, s'isoler dans une indifférence sereine et commode¹ ?

Bertrand Auerbach,

Professeur de Géographie à l'Université de Nancy.

L'ÉTAT ACTUEL

DE LA BIOLOGIE ET DE L'INDUSTRIE DES ÉPONGES

DEUXIÈME PARTIE : COMMERCE ET INDUSTRIE¹

I. — LIEUX DE PRODUCTION.

Les Eponges recherchées par le commerce se trouvent dans les mers de la zone tropicale et de la zone tempérée, mais on ne les pêche d'une façon suivie que dans la Méditerranée et dans la mer des Antilles. Encore les lieux de pêche sont-ils limités à des espaces d'une étendue relativement minime et d'une profondeur peu considérable, 80 mètres au plus. Les centres actuellement exploités sont les suivants :

Méditerranée.

LIEUX DE PÊCHE

La côte de Syrie, de Jaffa à Alexandrette.
L'archipel grec (Cyclades).
L'archipel iure (Sporades).
La côte de Tripolitaine, du golfe de Bomba à Zarzis.
Le côtes de Tunisie, du golfe de Gabès à celui d'Hammanet.

LIEUX DE VENTE

Tripoli de Syrie.
Hydra, Kramidli, Egine.
Kharki, Symi, Kalymnos.

Benghazi, Tripoli.

Sfax.

Mer des Antilles.

Côtes nord et sud de Cuba.
Iles Bahama.
Côtes de la Floride.

Batabano et Caibarien.
Nassau.
Key-West.

Mais, comme je viens de le dire, l'habitat des éponges s'étend bien au delà de ces principaux

centres d'exploitation ; c'est ainsi qu'on trouve des Eponges en abondance sur les côtes du Yucatan, près de l'île Cozumet notamment, en Nouvelle-Calédonie, — dont un superbe échantillon, ne mesurant pas moins de 60 centimètres de diamètre, figurait à l'Exposition de 1889, — dans la mer Rouge, près de Souakim, dans l'Adriatique, ailleurs encore. Mais les Eponges recueillies dans ces parages sont de qualités très diverses, le plus souvent inférieures, ou se trouvent à des profondeurs telles qu'elles ne peuvent être pêchées avec succès au moyen des engins dont on dispose.

II. — VARIÉTÉS DE L'ÉPONGE.

PRIX D'ACHAT SUR LES LIEUX DE PRODUCTION.

Au point de vue commercial, les Eponges peuvent être divisées en trois groupes : les Eponges destinées à la toilette, au ménage, à l'industrie.

Les premières, dites de toilette, viennent principalement des côtes de Syrie. Ce sont les plus belles, les plus fines et aussi les plus coûteuses.

¹ Voyez la première partie de cette étude (partie biologique) dans la *Revue générale des Sciences* du 15 octobre 1898, pages 733 à 749.

² M. Charles Roux a, dans son Rapport sur le budget du commerce pour 1897, signalé le projet d'un canal du Danube à l'Elbe « pour drainer les marchandises de l'Orient ». Il a plus justement encore montré la signification du réseau navigable de l'Allemagne. (*Journal officiel, Doc. Parlem.*, 1896, p. 157.)

Elles comprennent trois variétés : la fine, la Venise et la fine-dure. La qualité fine vaut 40 à 120 francs le kilo à Tripoli de Syrie; la Venise, de 25 à 30 francs; la fine-dure, de 5 à 15 francs¹. Les éponges de même qualité recueillies dans l'archipel grec se vendent à la pièce de 0 fr. 60 à 1 fr. 10 et celles de la Tripolitaine de 1 fr. 50 à 2 fr. 50. Partout ailleurs dans la Méditerranée, les éponges sont destinées aux usages domestiques. A Tripoli de Barbarie, les éponges sont vendues à l'ocque (1 kil. 280) de 25 à 30 francs; à Slax, l'écart est plus grand, car les variétés sont plus nombreuses. Sous le nom général de Djerbis, on distingue : la sicilienne (18 à 22 francs le kilo), la gangava (17 à 19 francs l'ocque), la gangava italienne (12 à 14 francs le kilo), la zarzis (15 à 18 francs le kilo). Enfin, les Antilles fournissent l'éponge commune, le plus souvent employée dans

d'aller chercher l'éponge en plongeant. Ce sont à coup sûr les plus audacieux et les plus habiles. Ils opèrent surtout sur les côtes de Syrie et voici comment ils s'y prennent. Arrivés sur l'emplacement choisi, ils attachent une corde à un bloc de marbre blanc à base carrée ou rectangulaire, puis ils enroulent autour de leur poignet gauche une autre corde qu'ils attachent à la première un peu au-dessus de la pierre en lui laissant une longueur de quelques mètres. Ils se jettent à l'eau, en tenant

dans leurs mains, les bras tendus au-dessus de la tête, le bloc de marbre, et se laissent couler au fond de l'eau. Il n'est pas rare de les voir plonger à des profondeurs de

35 à 40 mètres et y rester près de deux minutes. Ils rayonnent autour de la pierre dont

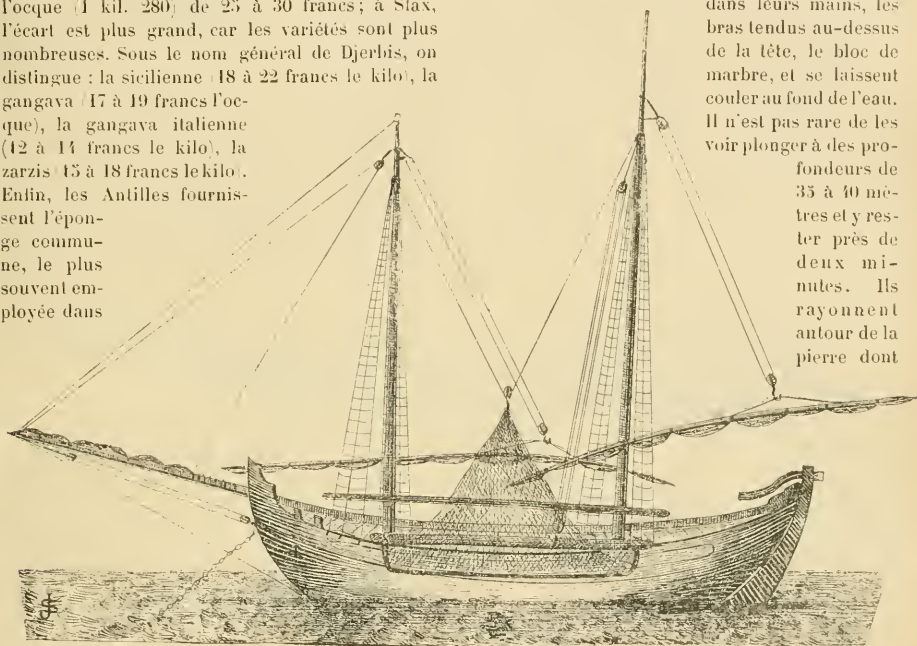


Fig. 1. — Sacboloe grecque prête à lancer la gangava.

l'industrie. Ses variétés sont nombreuses et s'expliquent d'elles-mêmes. Les principales sont l'éponge dite laine de mouton, velours, tête dure et gazon. Une notable partie de ces éponges est utilisée sur place pour mouiller les feuilles de tabac et pour nettoyer les machines employées dans les sucreries. Le reste est exporté en Europe.

III. — ENGINS DE PÊCHE.

Parlons d'abord des pêcheurs d'éponges qui ne se servent d'aucun instrument et se contentent

l'éclat leur sert de point de repère, entassent les éponges dans un filet suspendu au cou, et, lorsqu'ils sont à bout de souffle, donnent un coup sec sur la corde et se font rapidement hisser jusqu'à l'embarcation. Les plus habiles, quand la chance les favorise, arrivent à ramasser à chaque plongeon leur douzaine d'éponges. Ils payent quelquefois leur succès d'un léger évanouissement, mais cette pêche au plongeon est moins dangereuse qu'on le croit généralement. Sans doute, elle exige du pêcheur des qualités physiques exceptionnelles, mais la force de résistance s'acquiert vite chez les sujets bien doués, sous le double mobile de l'émulation et de l'appât du gain. En outre, cette pêche ne se pratique que dans les

¹ Ces prix et ceux qui suivent sont ceux de la saison dernière; ils m'ont été fournis par l'acheteur d'une des plus importantes maisons de Paris.

endroits où les requins sont inconnus, et les plus désagréables rencontres que puisse faire le pêcheur au fond de l'eau sont celles du chien de mer attiré par l'éclat du marbre blanc. Un mouvement du bras suffit le plus souvent pour l'écarter.

La gangava (fig. 1 et 2) se compose d'un filet en cordes à larges mailles formant une poche profonde de 2 à 3 mètres, qui vient s'enverguer sur un cadre long de 6 à 12 mètres et dont l'un des grands côtés, celui qui rase le sol, est formé d'une solide barre de fer, tandis que l'autre est une pièce de bois qui, par le jeu des

taines époques de l'année. Cet appareil, très simple et très pratique pour les fonds unis et propres, est inutilisable dans les fonds accidentés, couverts d'algues ou de coquillages. Accroché aux rochers, le filet se déchire, quelquefois le câble se rompt et la gangava reste au fond de l'eau. Sa perte entraîne une dépense d'environ 200 francs. La pêche à la gangava se pratique dans toute la Méditerranée, mais principalement sur les côtes de Tunisie.

La foène ou kamaki (fig. 3) est un trident composé d'une longue tige en bois munie à l'une de ses extrémités de trois pointes recourbées en fer. Le pêcheur harponne avec cet instrument toute éponge



Fig. 4. — Tube d'eau servant à explorer le fond de la mer.

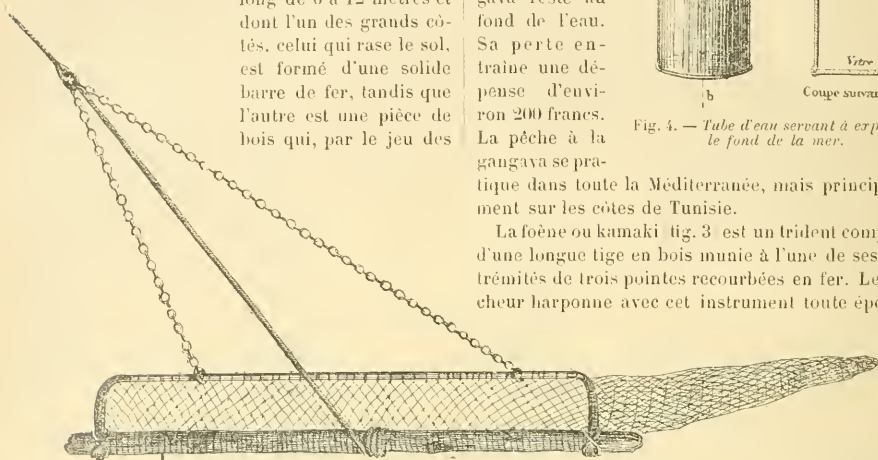


Fig. 2. — Gangava employée à la pêche des éponges.

densités différentes, maintient l'appareil vertical lorsqu'il est en action. Un fort câble le relie au bateau remorqueur. La gangava ressemble, par sa structure, son mode d'emploi et ses ef-

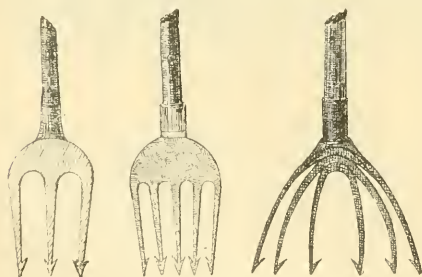


Fig. 3. — Foènes ou tridents employés à la pêche des éponges.

fets, au chalut de nos marins. Il dévaste tout sur son passage, éponges grandes ou petites, et les bancs les plus riches sont détruits dès que l'engin meurtrier y a passé. Aussi, une réglementation, que beaucoup voudraient plus rigoureuse et surtout mieux observée, a-t-elle limité son emploi à cer-

qu'il aperçoit. Son habileté consiste à ne pas déchirer le tissu du zoophyte et à le détacher du rocher auquel il adhère comme il le ferait avec la main. La pêche au kamaki ne peut se faire que par des fonds de dix à douze mètres au plus; encore faut-il que l'eau soit transparente et qu'aucune brise n'en vienne rider la surface. Le vent vient-il à s'élever, le pêcheur ne renonce pas pour cela à continuer sa pêche. A l'aide d'un miroir composé d'un cylindre creux en fer-blanc hermétiquement fermé à sa partie inférieure par une vitre transparente (fig. 4), il aperçoit, en enfonçant légèrement l'appareil dans l'eau, avec une netteté extraordinaire, les moindres détails du fond. Cette pêche à la foène est pratiquée dans toute la Méditerranée et aux Antilles, avec cette différence pourtant qu'aux Antilles l'appareil n'a que deux crocs. J'ai pu admirer de visu l'habileté extraordinaire des pêcheurs cubains qui, avec cet engin primitif et peu coûteux, arrivaient à retirer de l'eau des éponges énormes qu'ils avaient cueillies avec une remarquable dextérité sans la moindre déchirure.

L'appareil qui paraît devoir supplanter tous les autres est le scaphandre. Il y a une vingtaine d'années que la maison Denayrouse, de Paris, l'ap-

pliqua à la pêche des éponges. La pêche au scaphandre est, à coup sûr la plus productive et la plus rationnelle. Le pêcheur a le temps de choisir les éponges qu'il veut cueillir, il peut aller là où la gangava ou la foène ne peuvent être utilisées. Mais cette pêche n'a qu'un défaut, c'est d'exiger une mise de fonds relativement considérable. Un scaphandre du modèle courant vaut en effet de 1.800 à 2.500 francs. Il nécessite la présence de plusieurs hommes assez bien pour le fonctionnement de l'appareil à transmission d'air que pour la surveillance du scaphandrier. Enfin, chose singulière, c'est la pêche au scaphandre qui fait le plus de victimes. La cause la plus fréquente des accidents est due au refroidissement qui saisit le pêcheur au sortir de l'appareil. Le vêtement de caoutchouc qui l'enveloppe entièrement, à l'exception des mains, entretient sur tout son corps une moiteur qui le rend très sensible à la température de l'air extérieur. Dès qu'il revient à l'air libre, les plus grandes précautions doivent être prises; beaucoup des négligent et sont victimes de leur imprudence. En 1896, 120 pêcheurs d'Egine, Kharki, Symi et Kalygnos sont morts de fluxions de poitrine et une centaine furent atteints de rhumatismes qui les forcèrent d'abandonner leur profession.

IV. — IMPORTANCE DE LA PÊCHE DES ÉPONGES. RÈGLEMENTATION DE LA PÊCHE.

Sur tout le territoire ture, aucun bateau ne peut se livrer à la pêche des éponges sans être porteur d'une licence dont la durée est d'une année, et les prix sont les suivants :

Chaque scaphandre : 30 livres turques¹; chaque bateau de plongeurs : 10 livres turques; chaque bateau de harponneurs : 4 livres turques.

En Tripolitaine, la saison de la pêche ouvre en mai et finit en septembre. La plupart des bateaux

Tableau I.

ANNÉES	A BENGHASI	A DERNÀ	TOTAL
	piastres ² .	piastres.	piastres.
1889-90	108.000	4.800	112.800
1890-91	205.900	9.600	215.500
1891-92	277.400	49.600	267.000
1892-93	203.600	4.800	208.400
1893-94	202.895	manque	"
1894-95	201.225	manque	"

viennent prendre leurs licences sur les lieux mêmes, à Benghasi et à Derna. Le tableau I donne un aperçu des revenus retirés par le Trésor ture de la vente des licences prises de 1889 à 1895.

¹ La livre turque vaut 22 fr. 75.

² La piastre turque vaut 0 fr. 25.

Chaque barque comprend de dix à vingt hommes d'équipage, parmi lesquels trois à six scaphandriers. Pendant les cinq mois de pêche, chaque embarcation peut pêcher pour 10 à 40.000 francs d'éponges, ce qui permet au capitaine auquel la barque appartient de payer ses scaphandriers à raison de 1.500 à 5.000 francs l'un, son équipage, et de rembourser les prêts qu'il a dû faire au début de la saison pour s'équiper. Ces prêts sont consentis par des bailleurs de fonds au taux de 24 %.

Le tableau II indique l'importance du mouvement des bateaux se livrant à la pêche des éponges sur les côtes de Tripolitaine :

Tableau II.

ANNÉES	FILETS	SCAPHANDRIERS	FOÈNE	PLONGEURS	GANGAVAS
1889-90	"	46	38	5	1
1890-91	"	70	122	15	2
1891-92	5	94	110	8	"
1892-93	"	75	117	13	6
	5	285	387	41	9

Devant rester longtemps en mer, les bateaux de pêche remorquent d'autres bateaux qui servent à remiser les éponges; quelquefois, deux ou trois bateaux s'unissent pour n'avoir qu'un seul dépôt.

Au retour de la campagne de Tripolitaine et pendant trois mois d'hiver, d'octobre à janvier, les pêcheurs grecs et tures se livrent à la pêche dans les archipels des Sporades et des Cyclades. Les principaux centres d'armement des Sporades sont Kalygnos, Symi et Halki, qui fournissent environ 2.500 hommes pour la manœuvre des bateaux montés par 126 scaphandriers, 980 hommes d'équipage pour 140 bateaux de pêcheurs au plongeon, et 720 hommes employés sur 180 bateaux pêchant à la gangava.

En dehors des taxes de licences, qui sont les mêmes qu'en Tripolitaine, il existe aux Sporades des droits prélevés sur le commerce des éponges, appelés droits philanthropiques.

Ces droits, qui s'élèvent à 2 1/2 % sur la valeur des Éponges (le vendeur payant 1 1/2 % et l'acheteur 1 %), ont pour objet la rémunération des médecins qui soignent les pêcheurs d'Éponges et l'entretien de leurs écoles et de leurs dispensaires. Enfin, il est établi un droit de sortie de 1 % sur la valeur des Éponges.

Aux Cyclades, la pêche est entièrement libre; ni droits, ni licences ne sont exigibles; aussi, voit-on depuis quelques années le trafic de celles-ci augmenter au détriment de celui des Sporades. Les centres d'armement sont : Hydra, qui arme 93 scaphandres, Edjine 37, Spezia 12, Krénidi 150 ganga-

vas; enfin, on peut compter 300 pêcheurs pratiquant la pêche à la foène. On évalue à plus de 1 millions de francs par an le trafic des Eponges sur les marchés des Cyclades. Mais, tandis qu'un patron de barque peut espérer retirer un bénéfice moyen de 18,000 francs par scaphandre pendant la saison d'été, sur les côtes de Tripolitaine, il ne doit guère compter sur plus de 3 à 5,000 francs par appareil pendant la pêche d'hiver, dans les archipels grec et turc.

Les Grecs, les Italiens et les Arabes se livrent à la pêche sur les côtes de Tunisie. Les premiers se servent du scaphandre, de la gangava et du kamaki, et pêchent toute l'année; les Italiens, ou plutôt les Siciliens, travaillent également à la gangava et à la foène, mais pendant quatre mois seulement, d'octobre à février; les Arabes ne se servent que du kamaki. Les Grecs et les Siciliens qui ne rentrent au port qu'à d'assez longs intervalles sont obligés, pour conserver les produits de leur pêche, de leur faire subir en mer le lavage dont j'ai déjà parlé. Les Arabes, eux, ne lavent pas leurs Eponges. Ils ont coutume de les présenter sur les marchés telles qu'ils les ont pêchées; aussi reviennent-ils très fréquemment à la côte, quelle que soit l'importance de leur pêche.

D'où l'obligation, pour l'évaluation des taxes imposées aux pêcheurs ainsi que pour la réglementation de la pêche elle-même, de distinguer les produits présentés non lavés, ou pêche noire, et les produits présentés après lavage, ou pêche blanche.

La pêche des Eponges en Tunisie, primitivement affermée par adjudication, a été l'objet de plusieurs réglementations dont je ne mentionnerai que la dernière, en date du 28 août 1897, actuellement en vigueur. En voici les grandes lignes :

1^{re} Suppression du fermage et des taxes en nature que ce système comportait;

2^o Obligation pour les pêcheurs de se munir d'un permis donnant lieu au paiement des taxes annuelles suivantes :

Barques pratiquant la	{	Au kamaki	100 fr.
pêche blanche . . .	{	A la gangava . . .	300 fr.
		Au scaphandre . .	1.000 fr.

Barques pratiquant la	{	Au kamaki	40 fr.
pêche noire	{		

3^o Prohibition de la gangava et du scaphandre, du 1^{er} mars au 1^{er} juin, cette dernière date étant prise comme origine de l'année de pêche.

Les droits de sortie sont, en Tunisie, de 37 fr. 35 pour 100 kilos.

Le mouvement de la pêche sur les côtes de Tunisie apparaîtra clairement dans le tableau III suivant :

Tableau III.

ANNÉES	NOMBRE de barques	ÉQUIPAGES	QUANTITÉS en kilogr.	VALEUR en francs
1890	388	2,960	111,543	844,050
1891	898	"	105,675	707,500
1892	1,429	4,728	91,223	1,188,500
1893	1,222	4,059	103,600	1,346,800
1894	1,493	4,441	115,590	1,166,860
1895	"	"	"	1,505,964
1896	"	"	"	1,081,695

L'abaissement de l'importance de la pêche des Eponges en 1896, par rapport à 1895, a eu pour conséquence l'établissement du décret du 28 août 1897. Ce décret a modifié les époques des périodes d'interdiction de pêche et, surtout, abaissé considérablement le prix des patentes. Beaucoup de pêcheurs, en effet, commençaient à désertier les marchés tunisiens pour aller vendre leurs pêches dans les ports concurrents de Tripoli et de Lampedouse. Sur ce dernier marché, une licence de 5 francs seulement était et est toujours exigible, quel que soit l'instrument de pêche. Il y a lieu d'espérer que les dispositions libérales du décret du 28 août 1897 auront pour conséquence de ramener à Sfax des clients qui alimentent la plus grande partie du petit commerce, et dont les transactions constituent une des plus importantes sources de bénéfice de la Régence.

La pêche des Eponges occupe environ mille pêcheurs à Cuba. Ils sont recrutés parmi les « matriculados » ou marins qui ont servi sur les navires de guerre et peuvent encore être appelés au service de l'Etat. On juge de la perturbation causée par les événements actuels dans l'industrie qui nous occupe.

Sur la côte sud de Cuba, les pêcheurs montent, au nombre de quatre à huit, des barques de 5 à 20 tonnes. Sur la côte nord, ils se servent de très petites embarcations non pontées. La pêche annuelle atteint, dans les années normales, de 4 à 5 millions.

V. — PRÉPARATION INDUSTRIELLE DE L'ÉPONGE.

Au sortir de l'eau, l'Eponge se présente sous la forme d'une boule noire percée de trous verticaux et munie d'une membrane qui l'enveloppe presque complètement. Cette membrane ou pellicule est percée en face des trous. Enfin, toutes les cavités de l'Eponge sont garnies d'une matière visqueuse et gluante qui s'échappe dès que l'Eponge est sortie de l'eau. La membrane de l'Eponge noircit et devient rapidement nauséabonde au contact de l'air, aussi convient-il de l'en débarrasser par un lavage spécial sous peine de la voir se corrompre. Ce lavage doit suivre de près la pêche de l'Eponge et

doit être continué jusqu'à ce que les substances membranées soient complètement enlevées. C'est ainsi que procèdent les pêcheurs d'Éponges de la Méditerranée, mais ceux des Antilles ne lavent pas l'éponge et s'en remettent à l'ardeur du soleil pour corrompre la membrane et en débarrasser le zoophyte. Lorsque l'Éponge est ainsi naturellement nettoyée, ils la jettent dans ce qu'ils appellent un « coral », sorte de petit parc formé de piquets droits rapprochés de 1 à 2 pouces et plantés sur des fonds où il n'y a que 2 à 3 pieds d'eau. Là, les Éponges restent souvent plusieurs semaines sous la garde des pélicans perchés, immobiles, sur le sommet des piquets. Puis, quand toutes les particules de l'Éponge sont putréfiées et dissoutes par l'eau de mer, les Éponges sont de nouveau exposées au soleil pour le séchage définitif. Enfin, elles sont emballées dans des sacs et pressées à l'aide d'appareils très puissants qui permettent d'expédier, sous un volume relativement restreint, de grandes quantités d'Éponges. Ces presses ne sont pas employées dans la Méditerranée; les expéditeurs se contentent de faire pénétrer le plus d'Éponges possible dans des sacs de moyennes dimensions qui, remplis, pèsent de 10 à 20 kilos, suivant la provenance et le plus ou moins de sable que contiennent les éponges. Souvent, en effet, dans les endroits où les éponges sont vendues au poids et non à la pièce, les pêcheurs ont soin de remplir le squelette de sable pour augmenter son poids et obtenir un prix plus élevé. C'est là une fraude commune, bien connue des acheteurs, qui rappelle celle des nègres de la côte d'Afrique, qui mettent des pierres et des morceaux de fer dans les boules de caoutchouc. S'il est facile de couper celles-ci pour déjouer la supercherie, il ne l'est pas moins de plonger l'Éponge dans une faible solution d'acide chlorhydrique qui la débarrasse de toutes les substances étrangères adhérentes à son tissu.

Arrivée sur les marchés d'Europe, l'Éponge est soumise à une préparation spéciale qui varie suivant les lieux et les usages auxquels elle est destinée. Brièvement j'indiquerai comment elle se pratique.

En Allemagne, les Éponges qui, pour la plupart, sont destinées à l'industrie, sont traitées par une solution aqueuse de brome. Le brome étant peu soluble dans l'eau, il suffit d'ajouter quelques gouttes de brome à un litre d'eau distillée et d'agiter fortement pour obtenir une solution concentrée de brome. Les éponges sont plongées dans cette solution, et après quelques heures, leur coloration brune disparaît, et est remplacée par une coloration beaucoup plus claire. Si l'on traite les éponges une seconde fois de la même manière, elles acquièrent la coloration voulue. Pour obtenir un blan-

chiment parfait, il suffit de les passer alors dans de l'acide chlorhydrique dilué, puis de les laver à grande eau. — Par le traitement à l'eau de brome, on obtient des résultats aussi beaux qu'avec l'acide sulfureux, tout en gagnant beaucoup de temps et en évitant une manipulation considérable.

Les éponges en usage dans la chirurgie sont traitées de la façon suivante indiquée par M. H. Reeb, pharmacien à Neuilly-sur-Seine :

1° On commence par les dégraisser en les plongeant dans une solution d'ammoniaque à 5 % environ, puis on les rince à grande eau ;

2° On les plonge ensuite dans une solution de permanganate de potasse à 2 % jusqu'à ce qu'elles soient complètement brunes et on les rince ;

3° On les plonge dans une solution d'hyposulfite de soude à 10 % environ mélangé d'acide chlorhydrique ordinaire en quantité suffisante pour rendre l'eau bien laiteuse ;

4° Quand les éponges sont devenues parfaitement blanches, on les rince à grande eau pour bien les débarrasser du soufre qu'elles peuvent retenir et qui les détruirait à la longue en se changeant en acide sulfurique au contact de l'air humide.

M. Balzer, pharmacien à Blois, est d'avis que ce procédé est imparfait à cause de la grande quantité de soufre provenant de la réaction de l'acide chlorhydrique sur l'hyposulfite. Il faut un lavage très prolongé pour débarrasser complètement les éponges de ce soufre qui les pénètre. Ce lavage, qui doit être méthodique, est très ennuyeux et exige un opérateur consciencieux.

Pour obvier à cet inconvénient, dit-il, je remplace depuis longtemps l'hyposulfite par le bisulfite de soude qui n'offre pas ce dépôt abondant de soufre, et qui exige un lavage moins long et plus facile. J'ai eu soin d'abord de bien battre mes éponges avec un maillet pour écraser les petits cailloux qu'elles renferment toujours et dont la présence serait souvent funeste pendant les opérations chirurgicales. Pour conserver ces éponges aseptiques, je les plonge dans de l'eau phéniquée très faible au 1/100 par exemple, car une eau trop fortement phéniquée les fait noircir de même que le bichlorure de mercure.

Ces précautions et ces procédés de conservation des éponges destinées à la chirurgie seraient superflus pour celles qui sont destinées à la toilette ou aux usages domestiques.

Voici le traitement qu'on fait habituellement subir en France à ces dernières.

Les éponges sont d'abord débarrassées de toutes les matières étrangères qui peuvent adhérer à leur tissu, à l'aide de ciseaux qui sont d'ordinaire de simples forces à moutons. Ce sont des femmes qui

se livrent à ce travail préparatoire. Les éponges sont ensuite traitées au permanganate de potasse de 2 à 5 % jusqu'à ce qu'elles soient complètement brunes, ensuite à l'hyposulfite de soude, enfin au chlorure de chaux.

On peut estimer à 30 % la perte au poids de l'éponge après lavage définitif.

VI. — VALEUR MARCHANDE DES ÉPONGES.

Les trois grands marchés des éponges sont Paris, Londres et Trieste.

Chacun de ces marchés importe des qualités différentes, que nous pourrions indiquer d'une façon générale en disant que Londres importe plus spécialement l'éponge fine, Paris l'éponge ordinaire et Trieste l'éponge commune. Mais ceci est loin d'être absolu.

En France, les droits d'entrée sur les éponges sont de 0 fr. 35 par kilo pour les éponges brutes, c'est-à-dire supportant encore les fragments du rocher d'où elles ont été détachées, et de 0 fr. 70 pour les éponges lavées, c'est-à-dire dépourvues de tous les corps étrangers qui en augmentent sensiblement le poids. En Angleterre et en Autriche, les éponges ne payent aucun droit d'entrée.

On peut estimer à 1 fr. 20 les frais d'expédition et de douane d'un kilo d'éponges venant de la Méditerranée, rendu à Paris.

Depuis la guerre greco-turque et les récents événements dont Cuba est le théâtre, la valeur marchande de l'éponge a augmenté d'environ 30 % : c'est ainsi que, pour l'évaluation de nos importations et de nos exportations, le kilo d'éponges brutes, qui était estimé à 15 francs jusqu'en 1895, a été porté à 17 francs à partir de 1896; le kilo d'éponges lavées évalué à 40 francs a été porté à 45 francs.

Les tableaux qui suivent montreront le mouvement d'importation et d'exportation pour la France depuis ces dernières années. Nous avons cru utile, du moins pour les plus récents, de faire ressortir l'indication de nos principaux clients et des pays de provenance dont nous sommes tributaires :

IMPORTATIONS

<i>Année 1892.</i>		
	POIDS en kilos.	VALEUR en francs.
Éponges brutes	659,397	9,893,955
Éponges préparées	12,013	480,520
Total		10,374,475
<i>Année 1893.</i>		
Éponges brutes	645,665	9,673,825
Éponges préparées	13,691	517,619
Total		10,223,465

<i>Année 1894.</i>		
Éponges brutes	Pays-Bas	16,712
	Belgique	17,871
	Angleterre	20,217
	Italie	13,509
	Grèce	243,719
	Tripoli	13,867
	Etats-Unis	69,638
	Cuba	122,611
Éponges préparées	Tunisie	72,921
	Autres pays	12,842
		665,973
		9,089,597
Éponges préparées	Belgique	2,808
	Angleterre	2,507
	Autres pays	7,716
		13,031
Total		9,610,835

<i>Année 1895.</i>		
Éponges brutes	Angleterre	19,483
	Pays-Bas	22,856
	Belgique	13,911
	Italie	18,473
	Grèce	167,560
	Turquie	22,370
	Tripolitaine	15,381
	Etats-Unis	61,497
Éponges préparées	Cuba	112,662
	Tunisie	102,520
	Autres pays	4,755
		361,111
Éponges préparées	Grèce	4,887
	Italie	6,618
	Autres pays	5,672
		17,177
Total		9,103,745

<i>Année 1896.</i>		
Éponges brutes	Italie	27,905
	Grèce	177,042
	Turquie	24,338
	Etats-Unis	81,070
	Cuba	122,420
	Tunisie	83,618
	Autres pays	72,277
		391,670
Éponges préparées	Angleterre	4,195
	Belgique	4,323
	Grèce	6,379
	Tunisie	4,096
	Autres pays	1,013
		20,186
Total		10,966,760

EXPORTATIONS

<i>Année 1892.</i>		POIDS en kilos.	VALEUR en francs.
Éponges brutes		327,701	4,913,515
Éponges préparées		23,755	950,200
Total			5,863,715
<i>Année 1893.</i>			
Éponges brutes		301,916	4,573,740
Éponges préparées		33,276	1,331,040
Total			5,904,780
<i>Année 1894.</i>			
Éponges brutes	Allemagne	10,572	
	Pays-Bas	3,530	
	Belgique	30,207	
	Angleterre	245,027	
	Portugal	4,210	
	Espagne	7,973	
A reporter			298,549

<i>Report</i>	298.549	
Italie	3.723	
Suisse	1.609	
Egypte	803	
Éponges brutes		
République Ar- gentine	710	
Algérie	476	
Autres pays	3.435	
	309.325	4.639.875
Éponges préparées		
Allemagne	2.835	
Pays-Bas	1.180	
Belgique	6.497	
Angleterre	1.305	
Espagne	4.576	
Suisse	1.344	
Algérie	3.185	
Autres pays	4.640	
	25.492	4.019.680
Total		5.659.555

<i>Année 1895.</i>		
Éponges brutes		
Allemagne	47.478	
Pays-Bas	2.024	
Belgique	19.794	
Angleterre	189.296	
Portugal	2.509	
Espagne	6.931	
Italie	4.245	
Suisse	1.254	
Turquie	2.143	
Algérie	933	
Tunisie	674	
Autres pays	4.000	
	250.861	3.762.915
Éponges préparées		
Allemagne	523	
Pays-Bas	1.542	
Belgique	7.587	
Angleterre	1.935	
Espagne	3.026	
Suisse	1.737	
Algérie	4.494	
Autres pays	4.970	
	25.144	4.016.560
Total		4.779.475

<i>Année 1896.</i>		
Éponges brutes		
Angleterre	217.990	
Allemagne	15.957	
Belgique	19.230	
Espagne	3.171	
Italie	2.963	
Grèce	2.400	
Algérie	855	
Indo-Chine	1.093	
Autres pays	5.670	
	271.329	4.612.593
Éponges préparées		
Angleterre	2.414	
Belgique	6.547	
Suisse	2.870	
Portugal	1.276	
Espagne	2.354	
Algérie	2.826	
Autres pays	5.454	
	23.741	1.068.343
Total		5.680.938

Cette statistique montre que le commerce des éponges s'élève pour la France à un chiffre annuel de 15 millions de francs (10 millions à l'importation, 5 millions à l'exportation). La consommation pour la France est donc de cinq millions par an. Cet important commerce est entre les mains de quatre ou cinq grosses maisons de Paris, qui achètent directement les éponges sur les lieux de pêches et les revendent ensuite au commerce de demi-gros.

Leurs principaux clients sont les coiffeurs et parfumeurs, les peintres, les pharmaciens, les grands magasins de nouveautés, les bazars, les épiciers, les merciers. Les Compagnies de chemin de fer, les usines, et certaines Sociétés privées sont des acheteurs dont la consommation est telle que leurs commandes font l'objet de contrats à longs termes. Pour ne citer qu'un exemple, je mentionnerai la Compagnie des Omnibus à Paris qui emploie 12.000 éponges par an pour l'entretien de ses chevaux et de son matériel.

Les éponges se vendent suivant leurs divers usages : à la pièce, au kilo, et en chapelet. Celles qui ont le plus de valeur sont les éponges de taille moyenne, car elles sont pour les détaillants d'un écoulement plus facile que les grosses. Ces dernières sont souvent coupées, mais c'est toujours au détriment de leur valeur marchande. Voici un aperçu des différents prix qu'atteignent les éponges chez les marchands de gros :

Éponges pour la toilette :

Venise, le kilo de 50 à 200 francs, à la pièce de 1 à 8 francs.

Fines Syrie, pour les biberons, le kilo de 40 à 300 francs ; formes extra, de 100 à 1.000 francs.

Fines grecques, ordinaires en chapelets de 40 à 50 éponges, de 2 francs à 6 francs le chapelet.

Éponges pour les usages domestiques ou l'industrie :

Afriques brutes, de 4 à 10 francs le kilo.

Cubas velvet : à la pièce, de 0 fr. 25 à 2 francs ; en chapelet de 25 éponges, de 3 à 5 francs.

Enfin certaines éponges de choix sont considérées comme de véritables objets de luxe et atteignent des prix considérables : 12 à 1.500 francs le kilo. Les détaillants doivent revendre ces éponges 80 à 100 francs pièce.

Une conclusion se dégage des renseignements qui nous ont été fournis par les personnes très documentées auxquelles nous nous sommes adressés ; c'est que, d'une part, la consommation de ce produit se développe dans le monde d'une façon très rapide et que, de l'autre, cette consommation ne correspond pas à la production, limitée aux deux réserves naturelles de la Méditerranée et de la mer des Antilles, d'où augmentation constante des prix encore accrue par les événements politiques survenus dans les pays mêmes de production.

Il appartient aux commerçants de rechercher des champs nouveaux d'exploitation naturelle, et aux savants d'étudier les conditions de reproduction et d'acclimatement artificiels de l'éponge. Les uns et les autres ont déjà fait quelque chose dans cet ordre d'idée ; il leur reste encore beaucoup à faire.

Joseph Godefroy,

Secrétaire à l'Union Coloniale française.

REVUE ANNUELLE D'ANATOMIE

I. — SQUELETTE.

Dans un récent mémoire, d'ordre purement spéculatif d'ailleurs, Tito Vignoli¹, se fondant sur les modifications morphologiques que présentent le squelette et les viscères chez quelques Vertébrés à station plus ou moins complètement verticale, temporaire ou permanente, tend à démontrer que l'homme descend d'un vertébré à station horizontale. Pour l'auteur, c'est dans la pesanteur qu'il faut voir la cause dominante des modifications squelettiques et organiques en question chez les animaux à station verticale comparés aux animaux à station horizontale. Ainsi s'expliqueraient, par exemple, la capacité thoracique et l'incursion des côtes plus grandes chez les quadrupèdes que chez l'homme, la forme de la colonne vertébrale, etc., etc. C'est encore la pesanteur qui déterminerait chez l'embryon humain, en raison de son orientation la tête en bas dans l'utérus, le grand développement de la capacité du crâne, par suite celui de l'intelligence.

Ces considérations ne sont pas sans intérêt; peut-être pourrait-on leur reprocher d'être trop générales. Il est certain qu'en serrant de plus près le problème, on trouverait dans les modifications qui atteignent le squelette, par exemple, des bipèdes comparé à celui des quadrupèdes, des dispositions morphologiques importantes qui relèvent de causes autres que la pesanteur. Il y a quelques années Balducci, en étudiant le sternum, a montré que les différences morphologiques que cet os présente dans la série des Mammifères dépendent des forces qu'exercent sur lui les muscles qui s'y insèrent. Quand l'action des sterno-cléido-mastoïdiens prévaut, on a un sternum allongé en avant; quand ce sont les tractions du grand droit qui l'emportent, le sternum est allongé en arrière; enfin, quand c'est le grand pectoral qui agit par ses tractions en bas, on a la disposition en carène qui s'observe chez le cheval et qui atteint même la forme de bréchet chez les Chéiroptères.

Le développement des organes abdominaux intervient également dans le développement en largeur de la partie postérieure du sternum; aussi voyons-nous, chez les Carnassiers, dont les organes abdominaux sont peu développés, cette partie du sternum peu élargie, tandis qu'elle l'est beaucoup chez les Ruminants; c'est ici une question de

volume plus qu'une question de poids qui intervient, puisqu'il s'agit de deux groupes d'animaux quadrupèdes.

Dans un mémoire sur le *Sternum et ses connexions avec le membre thoracique*², le Dr R. Anthony recherche la signification des modifications morphologiques du sternum dans la série des Mammifères, en étudiant les variations que présente l'indice d'épaisseur de cet os chez un grand nombre d'espèces prises dans les divers ordres. L'indice d'épaisseur du sternum est le rapport de son épaisseur à sa largeur :

$$I = \frac{\text{épaisseur} \times 100}{\text{largeur}}.$$

Si l'indice est inférieur à 100, le sternum sera large et aplati; s'il est égal à 100, sa section sera carrée; s'il est supérieur à 100, le sternum sera étroit et aplati dans le sens latéral.

De ses mensurations, l'auteur, entre autres conclusions, pose celles-ci :

L'indice sternal d'épaisseur est en rapport direct avec la quadrupédie. Il est en rapport inverse avec l'indice thoracique et avec la spécialisation des membres antérieurs pour une fonction quelconque autre que la marche [préhension, vol. En d'autres termes, un animal essentiellement quadrupède, chez qui les membres antérieurs ne fonctionnent que comme de simples colonnes de support, ne pouvant exécuter que des mouvements de propulsion d'arrière en avant, aura un indice sternal élevé. Un animal bipède, chez qui les membres antérieurs sont adaptés à des fonctions multiples, aura un indice sternal très réduit. Ainsi, chez les Périssodactyles, animaux franchement quadrupèdes, l'indice sternal est excessivement élevé : 329,3 chez le cheval; 397,7 chez le tapir. Au contraire, chez l'homme, il est seulement de 32,4. Les Carnassiers et les Rongeurs nous offrent un indice moyen de 80 à 133 chez les premiers, de 80 à 175 chez les seconds. Partant de là, Anthony divise les Mammifères en trois groupes :

1° Les *Pachysterniens*, ou animaux à sternum épais;

2° Les *Mésisterniens*, à sternum offrant une section à peu près carrée;

3° Les *Platysterniens*, à sternum mince et aplati.

Au premier groupe appartiennent les animaux essentiellement quadrupèdes Périssodactyles, Artio-

¹ TITO VIGNOLI : *Intorno a un problema morfologico sui Vertebrati superiori in Il Pensiero italiano*, LXV.

² Dr R. ANTHONY : *Du sternum et de ses connexions avec le membre thoracique des Mammifères*; Paris, O. Doin, éditeur, 1898.

dactyles et quelques rongeurs comme le *Capybara*).

Les Mésoisterniens, d'autre part, forment deux groupes : 1° ceux qui sont dépourvus de clavicle (Marsupiaux, Rongeurs, Carnassiers) ; 2° ceux qui ont des clavicles complètes Lémuriens, Platyrrhiniens et Catarrhiniens) ; 3° enfin, les Platyisterniens comprennent des animaux à marche bipède : les Anthropoïdes et l'homme.

« Au point de vue phylogénétique, ajoute l'auteur, la discussion de la valeur de l'indice sternal nous amène à des considérations qui ont le plus souvent pour effet de mettre nos résultats en rapport avec les théories le plus généralement admises. » Il nous suffit d'indiquer ces considérations, que la place dont nous disposons ici ne nous permet pas de développer. Qu'il nous soit permis d'ajouter que, pour intéressantes que soient ces conclusions, il ne faut peut-être leur accorder que la valeur de preuves secondaires, car il y a quelque chose de bien facile dans ces méthodes de mensurations. Nous savons bien que l'auteur s'est ingénié à prendre des mesures d'épaisseur et de largeur en un point du sternum bien déterminé, c'est-à-dire à la base de la première sternèbre, au-dessus des articulations de la deuxième paire de côtes. Mais, en raison même de ce choix, il n'a pu prendre l'indice d'épaisseur du sternum des Mysticètes et des Siréniens, et cela est dommage, car il eût été particulièrement intéressant de connaître les résultats obtenus s'il avait été possible de les comparer à ceux que donnaient les autres Mammifères. Le mémoire dont je viens de parler renferme encore de nombreuses observations personnelles, tant sur les articulations sternales que sur les cas tératologiques que cet os présente. Un chapitre important est consacré, d'autre part, à l'étude détaillée des groupes musculaires qui relient le membre thoracique au tronc; enfin, la partie bibliographique est très soignée.

Ce n'est pas par là, semble-t-il, que brillent toujours les travaux des naturalistes de race anglo-saxonne. Trop souvent des mémoires écrits en anglais ou en allemand sont l'objet de critiques plus ou moins obligeantes de la part de savants de même langue : ces critiques appellent des réponses plus ou moins claires qui font l'objet d'observations nouvelles; si bien que les périodiques étrangers sont encombrés de ces envois d'auteurs dont la plume est bien longue parfois, si leurs connaissances en littérature scientifique sont un peu courtes. On perd beaucoup de temps à lire toutes ces discussions et la science y gagne bien peu de chose. J'aurai malheureusement plusieurs fois, au cours de cette revue, à parler de cas de ce genre, et, dès maintenant, il me faut en signaler un. Dans ma dernière revue d'Anatomie (30 août 1897), j'ai

parlé des cartilages extra-branchiaux supérieurs des Roussettes (*Scyllium canicula*) à propos d'un mémoire de Philip. J. White qui s'en prenait à Marshall et Hurst de ce qu'ils n'avaient point, dans un livre classique, parlé de ces cartilages chez les *Scyllium*. Un autre auteur, Ethelwyn Foot¹, renchérissant encore, reprochait la même omission à Parker et Bettany ; il annonçait en même temps avoir découvert que les Elasmobranches ont tous 5 paires de cartilages extra-branchiaux supérieurs, à l'exception de *Scyllium* qui n'en a que quatre.

Alors intervint un autre anatomiste, W. G. Ridewood², qui démontra à ces deux censeurs qu'ils connaissaient bien mal leurs auteurs, et qu'avant de critiquer les classiques, ils auraient au moins dû se mettre au courant de la littérature scientifique sur la question qu'ils traitaient. De la sorte, E. Foot ne s'attribuerait pas la découverte des cartilages extra-branchiaux de la raie, alors que ces cartilages ont été décrits par Rathke dans le *Raja aquila*, et par Gegenbaur dans le *Rhynchobatus* et le *Trygon*. Si Foot avait mieux connu ses auteurs, il n'aurait pas écrit également qu'aucun morphologiste n'avait cherché à expliquer ces cartilages. Pour parler de la sorte, il faut qu'il ne connaisse pas les théories de Rathke, de Cuvier et de Dohrn, et, en particulier, qu'il n'ait pas lu les quinze pages que Dohrn consacre aux cartilages extra-branchiaux des Elasmobranches avec extraits soigneusement relevés des travaux de Rathke, de Cuvier, de John-Müller, de Gegenbaur et de Balfour.

Mais je ne veux pas m'arrêter plus longtemps sur cette question; il n'en reste pas moins que voilà trois mémoires qui, en fin de compte, nous apprennent ce que Cuvier, Rathke et autres savaient depuis longtemps.

II. — APPAREIL DIGESTIF.

§ 1. — Vertébrés.

Nous avons eu l'occasion, dans notre revue d'Anatomie, au cours de ces deux ou trois dernières années, d'appeler l'attention sur divers mémoires relatifs au développement du foie et du pancréas chez les Mammifères et les Poissons (Laguesse). Cette année, la question a été poursuivie par d'autres observateurs, d'une part, chez les Oiseaux, d'autre part, chez les Cyclostomes.

Un travail sur le pancréas des Oiseaux est dû à Ch. A. Pognat³. Cet anatomiste a fait une étude

¹ ETHELWYN FOOT : The extrabranchial cartilages of Elasmobranches, in *Anat. Anzeig.*, nos 10 et 11, 1897, p. 305.

² W.-G. RIDEWOOD : Note on the cartilages extrabranchial of Elasmobranches Fishes. *Anat. Anzeig.*, 1897, p. 179.

³ CH.-A. POGNAT : Recherches sur l'histologie du pancréas des oiseaux. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1897, p. 267.

histologique approfondie du pancréas d'un certain nombre d'espèces, parmi lesquelles : *Gallus domesticus*, *Turdus merula*, *Columba livia*, etc.; chez toutes il a trouvé des caractères identiques. Le pancréas des Oiseaux est, comme celui des Mammifères, un organe composé de deux parties : l'une pancréatique, l'autre vasculaire sanguine, de nature lymphoïde.

La première est formée de cordons cellulaires enserrés dans une trame très fine de tissu adénoïde. A l'intérieur de ces cordons s'accumulent et s'écoulent les produits de la sécrétion externe, produits que reprennent de fins canaux qui aboutissent finalement à un conduit excréteur. « Cette structure, comme l'a déjà indiqué Renaut, se rapproche de la structure du foie embryonnaire des Mammifères, au stade des cordons de Remak. Le pancréas, au moins chez les Oiseaux, bien loin d'appartenir au groupe banal des glandes acineuses typiques, est une glande proche parente du foie. Il est comme un foie qui n'aurait pas achevé son évolution, un foie dans lequel les cordons cellulaires n'ont pas les rapports caractéristiques de la glande hépatique avec l'ébauche conjonctivo-vasculaire. »

La partie lymphoïde du pancréas des Oiseaux, d'autre part, est représentée par l'ensemble des îlots de Langerhans, que l'auteur a retrouvés au milieu des cordons glandulaires avec des formes de passage rappelant les descriptions que Laguesse a données d'après ses recherches sur le mouton.

Ajoutons comme caractère du pancréas des Oiseaux qu'on n'y trouve pas l'élément décrit par Langerhans sous le nom de cellule centro-acineuse.

Avec le mémoire de Brachet¹, nous passons à l'étude du foie et du pancréas chez les Cyclostomes. D'après les observations antérieures de Kupffer² chez l'Ammocète, la première ébauche du foie se compose de deux diverticules latéraux, droit et gauche, séparés par un diverticule médian; ils communiquent ensemble par un large pédicule creux avec la paroi ventrale du tube digestif. D'autre part, une ébauche pancréatique naît de la paroi dorsale du tube digestif, en regard du pédicule hépatique. Cette ébauche produirait deux diverticules, un à gauche, l'autre à droite. Le premier ne donnerait pas du tissu pancréatique, mais seulement un tissu lymphoïde; celui de droite, par contre, irait se fusionner avec le diverticule hépatique droit. En même temps, le conduit hépatique

ventral s'oblitére et c'est ce diverticule pancréatique dorsal droit qui dorénavant lui sert de conduit excréteur. Quant au pancréas proprement dit, il serait très rudimentaire et représenté seulement par un court cul-de-sac secondaire greffé sur le conduit excréteur définitif du foie.

Antérieurement, Götte¹ avait publié sur le même sujet des conclusions tout à fait différentes; suivant cet observateur, il n'existe pas de diverticule pancréatique dorsal, et les changements de place de l'orifice du conduit hépatique dans l'intestin résultent d'une migration de ce canal qui, d'abord ventral, dévie peu à peu à droite, puis vient s'ouvrir à la face dorsale de l'intestin. Mais il n'y aurait nullement fusion d'une ébauche pancréatique dorsale avec l'ébauche hépatique ventrale.

Brachet, dont nous analysons le mémoire, a repris la question à son tour, également chez l'Ammocète et il conclut finalement comme Götte : « Pas plus que Götte, dit-il, je n'ai vu de diverticule pancréatique ni dorsal, ni ventral, et, comme lui, j'ai pu suivre pas à pas les migrations du canal hépatique le long de la paroi ventrale, de la paroi latérale droite et de la paroi dorsale du tube digestif.... L'absence d'un pancréas dorsal et les migrations du conduit excréteur du foie montrent que les diverticules latéraux de l'ébauche hépatique primitive ne sont nullement homologues aux diverticules pancréatiques ventraux des Vertébrés supérieurs, mais bien aux diverticules latéraux de la gouttière hépatique des Sélaéciens. Chez les Sélaéciens, l'apparition de ces diverticules hépatiques latéraux précède l'apparition du pancréas dorsal. Or, chez tous les Vertébrés où les pancréas ventraux existent, ceux-ci n'apparaissent qu'après que le pancréas dorsal est déjà développé. »

Brachet repousse donc l'homologie que Laguesse² avait cru pouvoir établir entre les diverticules latéraux de l'ébauche hépatique des Sélaéciens et les diverticules pancréatiques ventraux des autres Vertébrés.

Quoi qu'il en soit, l'auteur, se basant sur ses recherches, développe une idée dont le mérite est de jeter une note claire dans ces questions assez obscures encore : « De même, écrit-il, que dans le cours de l'ontogénèse d'un Vertébré supérieur, l'ordre d'apparition des grandes glandes annexes du tube digestif est le suivant : foie d'abord, pancréas dorsal ensuite, pancréas ventral en dernier lieu; de même dans le cours de la phylogénèse, l'Amphioxus (?) et les Cyclostomes présentent exclusivement comme glande bien différenciée, le foie; les Sélaéciens présentent le foie et le pancréas

¹ BRACHET: Sur le développement du foie et sur le pancréas de l'Ammocète. *Anat. Anzeig.*, 1897, p. 621.

² KUPFFER: Ueber das Pankreas bei Ammocetes. *München medic. Abhandl.*, 7 Reihe 1893, Heft 5; et *Ueber die Entwickel. von Milz und Pankreas. München. medic. Wochenschr.*, 1892.

¹ GÖTTE: *Entwickel. des Flussneunauges*, 1890.

² LAGUESSE: Développement du pancréas chez les Sélaéciens, in *Bibliographie anatomique*, 1894.

dorsal; les Vertébrés plus supérieurs, les Mammifères et l'homme, présentent le foie, le pancréas dorsal et le pancréas ventral. »

Mais l'Ammocète est-il complètement dépourvu de pancréas? Brachet a dirigé ses recherches dans ce sens, et il a trouvé à la partie antérieure de l'intestin moyen, dans la région qui fait immédiatement suite à l'intestin antérieur, une différenciation très manifeste de l'épithélium; les cellules en ce point revêtent certains caractères qui rappellent ceux des cellules pancréatiques, et on peut admettre « que c'est là une zone pancréatique, en ce sens qu'elle contient les matériaux aux dépens desquels s'édifieront non seulement le pancréas dorsal, mais aussi le pancréas ventral » : car cette zone forme un anneau complet au point désigné. Cette manière de voir cadrerait très bien avec l'opinion récemment émise par Mayr¹ et d'après laquelle il a dû exister, chez les ancêtres des Sélaciens n'ayant pas encore de pancréas, une zone occupant la région dorsale de l'intestin moyen et contenant les matériaux aux dépens desquels s'est édifié le pancréas des Sélaciens actuels.

Signalons encore, parmi les faits nouveaux relatifs à l'appareil digestif, celui qui fut découvert et communiqué par Schaffer, à la réunion de l'*Anatomische Gesellschaft* de Gand, en avril 1897. Schaffer a constaté, dans l'œsophage humain de l'adulte, l'existence d'une nouvelle sorte de glandes simples, situées dans la muqueuse en un endroit pourvu d'un épithélium très différent de celui qui revêt le reste de l'œsophage. D'Hardiviller² a retrouvé la même structure chez l'embryon humain et, insistant sur l'importance embryologique et phylogénétique que semble démontrer l'apparition si hâtive de cet épithélium, il se demande si, en raison de sa situation, on ne pourrait y voir un dérivé branchial.

§ 2. — Invertébrés.

Nos connaissances sur la structure anatomique de l'appareil digestif des Insectes se complètent peu à peu. Enregistrons un mémoire de Bordas³ sur les glandes salivaires des Pseudo-Névroptères et des Orthoptères. Il résulte de cette étude que les Odonates *Agrionides*, *Libellulides* et *Eschnoides* n'ont des glandes salivaires que peu développées. Elles sont rudimentaires chez les Acridiens, mais par contre très volumineuses chez les Locustides et les Grillides.

Partout ce sont des glandes en grappes disposées par paires et occupant le premier ou les deux pre-

miers segments thoraciques. Leurs conduits excréteurs viennent déboucher dans des réservoirs qui manquent seulement chez les Acridiens. Ces réservoirs, ovoïdes ou sphériques chez les Odonates, sont pairs et situés à la base de la languette, au-dessous et en avant du pharynx et des ganglions sous-œsophagiens. Chez les Locustides et les Grillides, où ils sont très volumineux, ces réservoirs ont la forme de larges tubes soutenus à l'intérieur par des épaississements chitineux spirales. Un conduit collecteur impair s'ouvre, non dans le tube digestif, mais au-dessous du labium, près de l'orifice des mâchoires inférieures.

III. — APPAREIL RESPIRATOIRE.

Nous ouvrons ce chapitre pour donner un aperçu de quelques travaux sur le développement des bronches qui viennent élucider des questions jusqu'à ce jour assez obscures. C'est d'abord un mémoire de d'Hardiviller, élève du Professeur Laguesse, sur le développement et l'homologation des bronches principales chez les Mammifères⁴. On sait que les opinions sont partagées en ce qui concerne le mode d'origine des bronches principales. Suivant His, Robinsoff et Warath, celles-ci naissent par dichotomie vraie ou fausse du tronc bronchique qui pénètre par le hile du poulmon. Pour Aebv, chaque tronc bronchique provenant de la bifurcation de la trachée traverse le poulmon correspondant dans sa plus grande longueur, et, sur ce tronc (*Stammbronchus*), naissent les bronches collatérales, et l'ensemble constitue ainsi un système monopodique et non dichotomique. Aebv avait fait ses observations sur des sujets adultes, et il avait fait remarquer que les bronches collatérales peuvent être divisées en deux groupes suivant qu'elles naissent au-dessus du point de croisement de l'artère pulmonaire avec le tronc bronchique ou qu'elles naissent au-dessous de ce point. Il distinguait ainsi des bronches *épartérielles* et des bronches *hypartérielles*, et les observations qu'il avait faites sur un grand nombre de Mammifères l'avaient conduit à former de ceux-ci trois groupes : 1° les animaux pourvus d'une épartérielle de chaque côté (il n'y a jamais en effet, normalement, qu'une bronche épartérielle); 2° ceux qui n'ont qu'une épartérielle droite, et 3° enfin ceux qui n'en possèdent ni à droite ni à gauche. Il s'agissait de vérifier si les faits ci-dessus se confirment embryologiquement. C'est ce qu'a fait d'Hardiviller, en étudiant des séries très complètes d'embryons de lapins. Il

¹ MAYR: Ueber die Entwickel. des Pancreas bei Sclachlern. *Anatomische Hefte*, 1897, Heft 24.

² D'HARDIVILLER: in *Echo médical du Nord*, 1897, n° 43.

³ BORDAS: Les glandes salivaires des Pseudo-Névroptères et des Orthoptères, in *Arch. Zool. expér.*, 1897, p. 343.

⁴ D'HARDIVILLER: Développement, homologation des bronches principales chez les Mammifères (Lapin). Nancy, 1897, et Les bronches épartérielles chez les Mammifères et spécialement chez l'homme. *C. R. Ac. des Sc.*, 2 avril 1897.

a pu constater que les bronches principales naissent sur la bronche souche par *ramification collatérale*, indépendamment du bourgeon terminal de celle-ci. La monopodie reconnue par Aëby est donc exacte; mais cet observateur n'ayant examiné que des adultes, ne pouvait dire si elle était le résultat d'une dichotomie fautive ou celui d'une ramification collatérale; les recherches de d'Hardiviller résolvent pleinement la question.

Un autre point important du travail de ce dernier concerne les bronches épartérielles. On sait que, chez le lapin, comme chez l'homme d'ailleurs, il n'existe qu'une épartérielle à droite et qu'il n'y en a point à gauche. C'est cette épartérielle droite qui se distribue au lobe supérieur droit du poulmon. Elle n'a pas d'homologue à gauche; d'où absence de symétrie des deux poulmons. Or, ses recherches sur les embryons de lapin et l'examen d'embryons humains monstrueux ont permis à d'Hardiviller de découvrir qu'il se produit au début du développement une épartérielle gauche homologue de la droite, née comme cette dernière par bourgeonnement sur la bronche souche, avec (embryons de lapin de 14 jours) condensation du tissu mésodermique autour de ce bourgeon. Mais dans la suite du développement, cette formation épartérielle gauche disparaît et les poulmons primitivement symétriques deviennent asymétriques. Chez d'autres animaux (*Equus, Elephas, Delphinus*, etc.), les deux épartérielles sont persistantes; mais en général la droite seule persiste, sauf chez l'*Hystrix cristata*, qui n'en a ni à droite ni à gauche. L'existence, au début du développement embryonnaire, de l'épartérielle gauche permet donc une explication très simple des cas où l'on trouve deux bronches épartérielles normalement, aussi bien d'ailleurs que des cas tératologiques dans lesquels, chez un animal qui ne devrait avoir qu'une épartérielle droite, on en trouve également une gauche.

Ajoutons, pour terminer, que la bronche du lobe infracardiac ou lobe azygos des quadrupèdes, naît directement, contrairement aux assertions de Aëby, Robinson et Narath, par ramification collatérale de la bronche souche. Les bronches hypartérielles (bronches principales) d'autre part, naissent comme les épartérielles, par ramification collatérale; elles donnent des rameaux secondaires par le même procédé, ou par dichotomie s'il s'agit de bronches terminales.

Ces mêmes faits ont été constatés aussi par l'auteur chez le Mouton. Dans une note préliminaire sur le même sujet, M. A. Nicolas et M^{lle} Z. Dimitrova¹ arrivent à des conclusions semblables; ils

confirment que « les troncs bronchiques sont des bourgeons latéraux dorsaux de l'ébauche pulmonaire impaire; ils naissent donc sur la future trachée, de la même manière que les bronches collatérales naîtront plus tard sur eux-mêmes ».

IV. — SYSTÈME NERVEUX. ORGANES DES SENS.

§ 1. — Vertébrés.

Un long mémoire sur le système sympathique des Oiseaux, par Thébaud², donne lieu aux conclusions suivantes: L'auteur s'est proposé le problème que voici: « Étant donnée la similitude morphologique de la cellule nerveuse et les fonctions physiologiques du pneumogastrique, quels sont les rapports existant entre les systèmes pneumogastrique et sympathique? » La réponse est celle-ci: « Le pneumogastrique doit être considéré comme une branche du sympathique. » Par de nombreuses dissections portant sur les types d'oiseaux les plus divers, l'auteur s'est assuré, en effet, que l'étendue du système sympathique est en raison inverse de celle du pneumogastrique, qu'à chaque instant ce dernier « s'identifie et se fusionne avec le premier, le supplée, se substitue à lui, présente les mêmes fonctions physiologiques, est construit sur le même plan et obéit aux mêmes lois. » Comme exemple de suppléance, je citerai ce qui a trait à l'innervation du foie. Chez les Oiseaux, l'auteur a trouvé qu'il n'existe aucun nerf d'origine vague dans le foie; seul le sympathique fournit à ce viscère, et cependant le foie fonctionne comme celui des Mammifères qui reçoit à la fois ses nerfs du pneumogastrique ou vague et du sympathique.

Des Oiseaux si nous passons aux Poissons, nous trouvons un travail de Wilson et Mattocks³ sur les organes de la ligne latérale du Saumon.

L'un de ces auteurs^{3a} a montré, il y a quelques années, que, chez le Serran, les organes de la ligne latérale, les sacs auditifs et les organes sensitifs superficiels de la tête dérivent d'une ébauche commune, qui a la forme d'un long sillon de nature ectodermique, visible sur le côté de la région céphalique. Ce sillon, au cours du développement, se divise en trois parties dont la postérieure donne naissance aux organes de la ligne latérale, la moyenne au sac auditif, et l'antérieure à un organe sensitif situé en avant de la fente branchiale. Mitro-

¹ M.-V. THÉBAUD: Etude des rapports qui existent entre les systèmes pneumogastrique et sympathique chez les Oiseaux. *Ann. des Sc. natur.*, 1898.

² H.-V. WILSON et J.-E. MATTOCKS: The lateral sensory Anlage, in the Salmon. *Int. Anzeig.*, 1897, p. 638.

³ WILSON: The embryology of the Sea Bass *Serranus atrarius*, in *Bull. U. St. Fish. Comm.*, vol. IX, Washington, 1891.

¹ A. NICOLAS et Z. DIMITROVA: Note sur le développement de l'arbre bronchique chez le Mouton. *C. R. de la Soc. de Biologie*, 27 novembre 1897.

phanow¹ a vérifié ces faits chez les Sélaciens, puis chez les Cyclostomes et les Amphibiens. Il existe bien, chez tous ces animaux, une ébauche commune aux formations ci-dessus, mais cette ébauche est un renflement linéaire au lieu d'être une saillie, ce qui n'a que peu d'importance. Les auteurs Wilson et Mattocks ont à leur tour étudié le Saumon au même point de vue et ils sont arrivés à un résultat analogue. L'ébauche commune est un épaississement et non un sillon comme chez le Serran; pour le reste, la comparaison s'établit facilement. Sa partie postérieure fournit les rudiments de la ligne latérale, sa partie moyenne donne la vésicule auditive et enfin sa partie antérieure reste comme un épaississement très notable en avant de la fente branchiale antérieure.

Signalons aussi une étude de l'encéphale de l'Ammocète, par F. Mayer², qui vient s'ajouter aux nombreux documents anatomiques qui, dans ces derniers temps, ont été publiés sur les Cyclostomes.

§ 2. — Arthropodes.

Dans un récent mémoire sur les organes sensitifs des Arthropodes, Rath³ admet comme vrai chez ces animaux le neurone sensitif typique, c'est-à-dire une cellule bipolaire, dont un prolongement pénètre dans le poil sensitif et dont l'autre pénètre dans le centre nerveux, où il se divise en deux branches fournissant de nombreuses ramifications qui se terminent sans anastomose; cette opinion diffère de celle des auteurs comme Rina Monti, Holmgren, Viallanes, etc., qui, en employant la méthode de Golgi, celle d'Ehrlich ou le chlorure d'or, prétendent avoir observé, en outre, un plexus de cellules multipolaires à 3, 4 ou 6 prolongements. De ces prolongements, les uns s'anastomoseraient avec ceux des cellules voisines, les autres iraient aux muscles, enfin, certains se perdraient en terminaisons libres parmi les cellules de l'hypoderme pour assurer la sensibilité générale.

Un travail de O. Duboscq⁴ donne raison à Rath. En employant la méthode d'Ehrlich et en l'appliquant à la Forficule, qui, paraît-il, est particulièrement favorable, il a constaté qu'il n'existe pas de plexus sous-hypodermique, et que ce qui a été décrit comme tel résulte de l'emploi des méthodes de coloration par précipité. Il est certain que ces méthodes, pour fécondes qu'elles soient, ne sont

pas sans danger parfois au point de vue de l'interprétation des résultats. Ici, en particulier, où les trachées s'imprègnent par le Golgi, comme par l'Ehrlich, d'ailleurs, on ne saurait être trop circonspect. « En résumé, dit l'auteur, le *Forficularia auricularia* m'a fourni les préparations les plus démonstratives qu'on ait données jusqu'ici, chez les Insectes, de la théorie classique du neurone sensitif. »

V. — ORGANES GLANDULAIRES.

§ 1^{er}. — Vertébrés.

L'an dernier, j'avais ouvert ce chapitre pour rendre compte d'un certain nombre de travaux sur les glandes à sécrétion interne. Cette année, la série continuant, j'ouvre de nouveau un chapitre pour ces organes glandulaires.

1. *Capsules surrénales*. — Parmi les conclusions du travail de Pettit sur les capsules surrénales, conclusions que j'ai données l'année dernière, il en est une qui visitait les organes des Elasmobranches que l'on appelle, d'une part, corps suprarénaux à disposition segmentaire, et, d'autre part, corps interrénal; les premiers sont placés en série sur le trajet des artères; le second, coloré en jaune, est situé sur la ligne médiane, au contact de l'aorte. Pettit concluait que ces divers organes devaient être rapprochés des capsules surrénales des animaux plus élevés en organisation.

V. Diamare¹, s'occupant des mêmes organes des Elasmobranches, arrive au même résultat, mais il est plus précis encore. D'après lui, le corps interrénal et les corps suprarénaux segmentaires ont une structure tout à fait différente. Le premier représenterait la partie corticale des capsules surrénales des Mammifères, tandis que les seconds pourraient peut-être répondre à leur partie médullaire. En tous cas, les capsules surrénales lui paraissent être des organes en évolution progressive, qui commencent chez les Poissons, et « pour le moins la substance corticale de ces capsules est la plus haute expression morphologique de l'organe interrénal ».

Cette manière de voir se trouve pleinement confirmée par les recherches de Swale Vincent², poursuivies tout à fait indépendamment de celles de Diamare. Par ses recherches anatomiques et physiologiques, il arrive à cette conclusion que le corps interrénal des Elasmobranches et les suprarénaux des Téléostéens correspondent à l'écorce des capsules surrénales des Mammifères, tandis que les

¹ MITROPHANOW : Etude embryologique sur les Sélaciens *Arch. de Zool. expériment.* 3^e série, t. 1, 1893.

² F. MAYER : Das Centralnervensystem von Ammocetes. *Anat. Anzeig.*, 1897, p. 649.

³ RATH : Zur Kenntniss der Hautsinnesorgane des sensiblen Nervensystems der Arthropoden. *Zeitsch. f. Wiss. Zool.*, 1896.

⁴ O. DUBOSQ : Sur le système nerveux sensitif des trachéates. *Arch. de Zool. expériment.*, 1897, p. 401.

¹ V. DIAMARE : in *Mem. della Soc. ital. delle Scienze*, série III, t. X, 1896.

² SWALE VINCENT : On the morphology and physiol. of the suprarenal capsules in Fishes, in *Anat. Anzeig.*, 1897, p. 39.

corps suprarénaux segmentaires des Elasmobranches répondent à la partie médullaire de ces capsules surrénales. D'où cette autre conclusion que la partie médullaire manque aux corps suprarénaux des Téléostéens.

De même que Pettit, Swale Vincent considère comme très importantes les relations des corps suprarénaux segmentaires avec le système vasculaire, plus importantes que leurs relations avec le sympathique. En tous cas, les capsules surrénales des Mammifères sont chacune une double glande sécrétante interne, et les deux structures (corps interrénal et corps suprarénaux segmentaires des Elasmobranches), dont elles sont probablement dérivées, sont également toutes deux des glandes sécrétantes internes.

2. *Thyroïde et Thymus*. — Les physiologistes, après avoir découvert le rôle important des glandes thyroïdes, ont porté leur attention sur de petites masses glandulaires, voisines de celles-ci, et qu'on désigne sous le nom de glandes thyroïdiennes ou parathyroïdes. Il semble que ces dernières ont une importance fonctionnelle encore plus considérable que les thyroïdes proprement dites. « Quant à la question de savoir, dit Gley¹, quelle est la véritable signification de ces organes (les glandules parathyroïdes), s'ils sont en relation, et en quelle relation, avec la glande thyroïde, ou s'ils en sont complètement indépendants, elle est encore, je crois, d'ordre surtout théorique; pour la trancher, des données embryologiques et histologiques plus précises et moins contradictoires que celles que nous possédons actuellement, et de nouveaux faits expérimentaux me paraissent nécessaires. »

Heureusement, les anatomistes n'abandonnent pas les physiologistes, et, aux mémoires que nous avons indiqués déjà l'an dernier (Jacoby, Prenant, etc.) à ce propos, nous pouvons en ajouter de nouveaux cette année. C'est d'abord un travail de Tourneux et Verdun² sur les premiers développements des organes en question. Il résulte de cette étude, très richement documentée et faite sur des embryons humains et des fœtus de 3 millimètres à 37 millimètres, que les glandules thyroïdiennes issues des parois dorsales des quatrièmes poches endodermiques et situées primitivement au-dessous des glandules thymiques, deviennent ultérieurement supérieures par rapport à celles-ci (embryons de 16 millimètres). A ce même stade,

elles se sont séparées des thyroïdes latérales qui sont nées des parois ventrales des quatrièmes poches endodermiques. Ces thyroïdes latérales se fusionnent un peu plus tard avec les cornes de la thyroïde moyenne pour constituer la thyroïde définitive, mais, disent les auteurs, il est assez difficile de préciser la part qui revient à chacun de ces organes dans la constitution de la thyroïde de l'adulte. Cette part pourrait bien n'être qu'assez secondaire si l'on considère que, chez le lapin et la taupe, où elles ont été étudiées par Soulié et Verdun³, « dans aucun cas elles ne participent à la constitution de la thyroïde définitive. Ce sont donc, ajoutent ces auteurs, des vestiges embryonnaires auxquels nous ne pouvons assigner aucun rôle déterminé ». Par contre, les glandules thyroïdiennes qui se sont développées comme ces thyroïdes latérales aux dépens des quatrièmes poches endodermiques, si elles se séparent des thyroïdes latérales chez l'homme, paraissent conserver des rapports beaucoup plus nets avec celles-ci chez le lapin et la taupe. Dès le début, elles sont en connexion intime avec les thyroïdes latérales et apparaissent sous la forme d'un épaississement de la région inférieure et externe de la paroi de celles-ci. Elles restent isolées, il est vrai, du parenchyme thyroïdien ambiant par une couche de tissu conjonctif; mais, parfois, cette couche s'interrompt pour livrer passage à un tractus qui relie la glandule aux cordons thyroïdiens et qui représente un vestige de la thyroïde latérale.

Il nous semble résulter de tout ce qui précède, que les glandules thyroïdiennes n'ont que des rapports de position avec la thyroïde; elles n'ont point de rapport d'origine sauf avec les thyroïdes latérales que nous avons vues ne participer que très problématiquement à la constitution de la thyroïde définitive. Il se pourrait donc que ce fût un système à part, comparable au système thymique dérivé de la troisième poche endodermique et composé du thymus et des glandules thymiques.

§ 2. — Invertébrés.

Nous relevons un certain nombre de travaux relatifs à divers organes glandulaires peu étudiés encore et qu'on rencontre chez divers Invertébrés.

Parmi les Mollusques, Boutan² a étudié l'*Helcion pellucidum* (*Patella lineata* des anciens auteurs), qui possède autour du pied un organe glandulaire fort développé et qu'on désigne parfois sous le nom

¹ E. GLEY : Sur la fonction des glandes parathyroïdes. *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1897, p. 46.

² F. TOURNEUX et P. VERDUN : Sur les premiers développements de la thyroïde, du thymus et des glandules parathyroïdiennes chez l'homme, in *Journ. de l'An. et de la Physiol.*, 1897, p. 303.

³ A. SOULIÉ et P. VERDUN : Sur les premiers développements de la glande thyroïde, du thymus et des glandules satellites de la thyroïde chez le lapin et la taupe. in *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1897, p. 604, t. PL.

² BOUTAN : L'organe glandulaire périphérique de l'*Helcion pellucidum* L., in *Arch. de Zool. expér.*, 1897 p. 137.

de ligne épipodiale papilleuse. Il y a plusieurs années, Pelseuer, étudiant cet organe, l'avait homologué avec l'épipodium des Rhipidoglosses, et, comme il avait remarqué que cet organe, chez le Cyclobranche en question, est innervé par des filets du ganglion pédiéus, il en tirait argument pour démontrer que l'épipodium des Rhipidoglosses n'est pas de nature palléale. Bontan a fait une étude très complète de l'organe chez l'*Helcion* et il en conclut que Pelseuer s'est trompé en voulant homologuer l'épipodium des Rhipidoglosses avec ce qui porte à tort ce nom chez l'*Helcion*. « Ces deux choses, dit-il, sont aussi différentes que le manteau et le pied. » La vérité est, ajoute-t-il, que le terme épipodium prête à confusion. L'organe périphérique de l'*Helcion* est homologue à l'organe décrit chez les *Nacella*, *Patina*, etc., et se rapproche de la traînée glandulaire ou fraise neurale des Chitons. Dans un mémoire sur la même question, Thiele¹ considère également l'organe glandulaire périphérique des Cyclobranches comme un organe absolument différent de l'épipodium.

A la suite de recherches sur l'appareil mâle de l'Hydrophile, P. Blatter² arrive aux conclusions générales suivantes : Il y a lieu de distinguer dans tout système génital mâle de Coléoptère deux groupes d'organes : 1° ceux qui dérivent de l'ectoderme (pénis, armure génitale, canal éjaculateur et certaines glandes accessoires) ; 2° ceux qui dérivent du mésoderme (canaux déferents, glandes accessoires débouchant à la base de ces canaux et vésicules séminales). Le système génital peut être plus ou moins compliqué, mais il sera toujours possible de le ramener à ce schéma.

Pour terminer, nous mentionnerons une série d'articles relatifs au système excréteur des Ascarides. Il s'agit là encore de discussions parfois oiseuses, et qui tiennent beaucoup de place.

Dans ses recherches sur les Ascarides et les Oxyurides, Nassonow³ avait parlé de quatre grandes cellules géantes en forme d'étoiles, dont les rayons se coloraient quand on injectait dans la cavité du corps du carmin en poudre ou du noir de Seiche. Ces organes étoilés sont disposés sur les côtés de l'intestin.

Spengel⁴ critique le mémoire de Nassonow et déclare entre autres choses que les cellules en

question ne se trouvent pas toujours latéralement sur l'intestin, mais plutôt sur la ligne médiane ou à la face inférieure de l'intestin. Survient un troisième auteur, dans la personne de Shipley⁵, qui déclare que, si c'est là tout ce que Spengel a de nouveau à dire, c'est bien peu de chose, les cellules en question ayant été déjà décrites dans la position qu'il indique par le Dr Hesse⁶ et par lui-même⁷, le premier chez l'*Ascaris megalocephala*, le second chez l'*A. transfuga*. Spengel n'est pas content et éplucher à son tour⁸ que les cellules décrites par Hesse l'avaient été bien avant par Schneider, Leuckart, Jagerskiöld, Haman, etc., que d'ailleurs il ne s'agit pas des mêmes éléments que signale Nassonow comme cellules étoilées, et il cherche à le prouver par un parallèle entre les éléments de Hesse et Shipley et ceux de Nassonow qui n'auraient pas la même situation. Il ajoute que Nassonow, dans une réplique insérée au même journal, a cherché à démontrer que le point capital de son travail consiste dans la démonstration qu'il a faite des fonctions excrétrices de ces organes. Cependant, dit-il, l'auteur n'a consacré qu'une phrase à cette démonstration. Mais passons ; Spengel s'attaque encore à l'assertion de Nassonow, qui déclare que les rayons de ses cellules étoilées sont colorés par les poudres colorantes injectées, parce qu'elles sont recouvertes de leucocytes dont le rôle phagocytaire ressort ainsi avec évidence. Spengel nie qu'il existe des leucocytes chez les Ascarides et il prête même gratuitement à Nassonow que ces leucocytes seraient dépourvus de noyau.

Nouvelle réponse de Nassonow⁹ qui déclare n'être pas le premier à avoir rencontré des leucocytes chez les Nématodes, et qui conclut ainsi : Les organes étoilés chez les *A. megalocephala* et *A. lumbricoides* sont des glandes lymphatiques. Ces cellules n'absorbent pas les poudres colorées, mais leurs rayons paraissent colorés parce qu'ils supportent de grandes quantités de cellules phagocytaires très menues.

Il est probable que ce n'est pas fini comme cela et que nous verrons noircir encore du papier sur le même sujet, alors qu'il serait si simple de chercher à contrôler par l'expérience les faits avancés par Nassonow.

H. Beauregard,

Assistant au Muséum.

Professeur à l'École Supérieure de Pharmacie.

¹ THIELE : Beiträge für Kenntniss der Mollusken, in *Zeitsch. für Wiss. Zool.*, 1897.

² P. BLATTER : Etude sur la structure histologique des glandes annexes de l'appareil mâle de l'Hydrophile. *Arch. d'Anatomie microscopique*, t. I, fasc. III, 1897.

³ NASSONOW : Sur les organes du système excréteur des Ascarides et des Oxyurides, in *Zool. Anzeig.*, 1897, n° 533, p. 502.

⁴ J.-W. SPENGLER : Bemerkung z. Aufsatz von Nassonow über die Excretionsorgan der Ascariden. *Zool. Anzeig.*, n° 536.

⁵ A. SHIPLEY : Note on the Excretory Cells of the Ascarides. *Zool. Anzeig.*, n° 541, p. 347, 1897.

⁶ *Zeitsch. für Wiss. Zool.*, 1892.

⁷ *Proceed. Zool. Soc. London*, 1894.

⁸ SPENGLER : Noch ein Wort über die Excretionzellen der Ascariden. *Zool. Anzeig.*, 1897, n° 544, p. 425.

⁹ NASSONOW : Sur les glandes lymphatiques des Ascarides. *Zool. Anzeig.*, 1897, n° 548, p. 324.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^o Sciences mathématiques

Föppl (A.), Professeur à l'Ecole Technique supérieure de Munich. — *Vorlesungen über technische Mechanik. III^e Band. Festigkeitslehre.* — 1 vol. in-8^o de 472 pages avec 70 figures. (Prix, relié : 15 fr.) B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1898.

La *Mécanique technique* comprendra quatre volumes correspondant aux quatre cours semestriels de l'Ecole Polytechnique de Munich, à savoir : l'Introduction à la Mécanique, la Statique graphique, la Résistance des matériaux et la Dynamique. Le troisième volume, consacré à la *Résistance des matériaux*, vient seul de paraître. Il contient tout ce que, de nos jours, un ingénieur d'une culture supérieure doit connaître dans ce domaine. Ce n'est pas un simple aide-mémoire, mais un ouvrage didactique qui sera lu avec fruit tant par les étudiants que par les ingénieurs. L'auteur présente l'état actuel de cette branche de l'art du constructeur en tenant compte des progrès les plus récents. Le laboratoire d'essais attaché à l'établissement lui a, d'ailleurs, permis de contrôler et de compléter un grand nombre d'expériences. Tout en employant le langage de l'analyse, M. Föppl a évité, le plus possible, d'entrer dans des développements exclusivement analytiques.

Les sujets traités sont ceux que l'on rencontre dans la plupart des ouvrages classiques sur la résistance des matériaux. Nous nous bornerons à indiquer la marche suivie en donnant les titres des onze chapitres que renferme ce livre :

I. Recherches générales sur l'état de tension. — II. Déformation élastique; charge des matériaux. — III. Flexion d'une pièce droite. — IV. Le travail de la déformation. — V. Flexion des pièces courbes. — VI. Pièces reposant sur une base flexible. — VII. Résistance d'une pièce encastrée sur son pourtour. — VIII. Résistance des enveloppes. — IX. Résistance à la torsion. — X. Résistance à la rupture. — XI. Théorie mathématique de l'élasticité.

Signalons seulement comme particulièrement intéressant le dernier chapitre dans lequel l'auteur a su condenser les principes fondamentaux de la théorie mathématique de l'élasticité; on y trouve, notamment, un aperçu des théories de Boussinesq et de Hertz.

Tous ces chapitres sont traités avec une méthode et une clarté remarquables; ils contiennent de nombreux problèmes; fort bien choisis, et résolus avec beaucoup de soin.

II. FEHR,

Privat-docent à l'Université de Genève.

Périssé L., Ingénieur des Arts et Manufactures. — *Automobiles sur routes.* — 1 vol. in-18 de 208 pages avec 37 figures de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr. Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs. Paris, 1898.

L'arrant-propos assez développé est consacré à l'histoire de l'automobilisme. Cette branche de l'industrie des transports, qui est, sous nos yeux, l'objet d'un essor véritablement prodigieux, n'est pas, quoi qu'en pensent bien des gens, née d'hier : son origine remonte, en effet, à l'année 1770, qui vit marcher, quoique dans des conditions bien précaires, le fardier à vapeur de notre compatriote Cugnot, ou, en tout cas, à l'année 1803, qui, un peu après la grande découverte de Watt, vit circuler la première voiture automobile, celle de Trentich. C'est en Angleterre que fut accompli ce premier pas décisif, qui devait aboutir, en 1830, à

une véritable éclosion de voitures à vapeur, assez perfectionnées pour devenir autour de Londres la base d'un service public de voyageurs.

Le nouveau mode de locomotion serait depuis longtemps passé dans les mœurs s'il ne s'était trouvé en butte à la concurrence redoutable des chemins de fer naissants et à l'opposition puissante des entrepreneurs de roulage, qui aboutirent, en 1836, au vote par le Parlement anglais du *Locomotive act*. Celui-ci équivalait à une prohibition absolue, et pendant les soixante ans qu'il dura, on ne vit circuler, en Angleterre, que quelques rares locomotives routières.

C'est en France que l'idée automobile devait renaitre, pour se développer non seulement sous sa forme ancienne, la locomotion à vapeur, mais sous ses deux nouvelles : les locomotives à pétrole et électrique.

M. Périssé note les étapes glorieuses de cette renaissance, qui commence en 1862, avec les essais de Lenoir, mais ne date vraiment que du Concours organisé par le *Petit Journal* en 1894. Puis, sans se trouver aucune préférence personnelle pour un système particulier, il expose impartialement ceux que la pratique semble avoir jusqu'ici sanctionnés.

Fort logiquement il débute par l'étude des divers moteurs. Pour que son livre soit bien compris d'un public peu versé dans les choses de la Mécanique, il fait précéder l'étude des moteurs à vapeur et à pétrole de quelques courtes généralités théoriques. Il s'en abstient pour les moteurs électriques, probablement parce qu'il serait, à leur endroit, entraîné trop loin.

Le mouvement une fois produit, il faut le transmettre aux roues. Pour bien des raisons (réduire le nombre de tours, qui pour l'arbre du moteur varie de 200 à 2,000 par minute; assurer facilement le départ et l'arrêt de la voiture, sa marche à diverses allures, son recul, même avec les moteurs à pétrole qui n'admettent pas le renversement de la marche; permettre le débrayage du moteur pour qu'il continue à marcher quand la voiture stationne; obtenir l'indépendance des roues motrices pendant les virages...), cette transmission ne saurait être directe, et exige, au contraire, l'emploi d'organes assez complexes. Il faut aussi diriger la voiture, la munir de freins énergiques... Toutes ces questions sont étudiées sous la rubrique *transmissions* et *accessoires*, de façon succincte, mais substantielle; nous regrettons pourtant de ne pas y trouver quelques mots consacrés au graissage, si important pour le bon fonctionnement des automobiles.

La seconde partie est consacrée à l'étude des véhicules. M. Périssé, négligeant les motocycles et les voitures, assurément très importants, mais qui n'ont pu trouver place dans son cadre restreint, ne s'occupe que des voitures pesant au moins 400 kilos. Il les divise en trois classes : 1^o voitures de promenade et de tourisme, à 2, 4, 6 places; 2^o véhicules pour le transport en commun des voyageurs; 3^o véhicules pour le transport des marchandises. Dans chacune de ces catégories, il indique les principales solutions demandées à la vapeur, au pétrole et à l'électricité par nos constructeurs français. Il ne nous dit presque rien de ce qui se fait à l'étranger, par la très bonne raison que, la question y étant beaucoup moins avancée que chez nous, nos concurrents de demain sont fort sobres de renseignements sur les systèmes qu'ils sont en train de mettre sur pieds.

Dans la première classe, l'auteur étudie la plupart des voitures électriques qui devaient prendre part au Concours de fiacres de juin 1898, mais il ne donne pas les résultats de celui-ci, qui n'a eu lieu qu'après la

publication de son livre. Dans la seconde et surtout dans la troisième, il mentionne les résultats auxquels a conduit le Concours des poids lourds de 1897.

Dans ses conclusions, il se range à l'avis presque unanimement adopté par les chauffeurs compétents : la vapeur réservée aux transports en commun, le pétrole au grand tourisme, l'électricité aux services urbains.

Dans son cadre modeste, ce livre a du moins le mérite de donner, ce qui manquait à presque tous ceux qui l'ont précédé, une vue d'ensemble de la question.

GÉRARD LAVERGNE.

2° Sciences physiques

Gray (Andrew), *Membre de la Société Royale de Londres, Professeur de Physique à University College, Bangor (North-Wales)*. — *A Treatise on Magnetism and Electricity*. Vol. I. — 1 vol. in-8° de 480 pages avec 165 figures et 5 planches. (Prix, relié : 17 fr. 50.) Macmillan et Co, éditeurs. Londres, 1898.

Comme le savent tous ceux qui ont étudié peu ou beaucoup le grand ouvrage de Maxwell, cette œuvre, qui a si profondément transformé notre conception moderne de l'électricité et du Magnétisme, est semée de lacunes, et contient même quelques contradictions qu'on cherche à faire disparaître les commentateurs de l'œuvre du maître. Mais il existe peu d'ouvrages didactiques qui puissent prétendre à être un nouvel exposé plus complet et plus cohérent des idées du grand physicien de Cambridge. L'ouvrage bien connu du professeur J.-J. Thomson en est plutôt un appendice et les leçons de M. Boltzmann seraient peut-être ce qui correspondrait le mieux à ce programme. Quant à l'ouvrage classique de MM. Mascart et Joubert, il poursuit un autre but, et fait une plus large place au côté pratique de la question.

L'idée de M. Gray, en entreprenant d'écrire une fois de plus sur l'électricité et le Magnétisme, a été, si j'ose m'exprimer ainsi, de refaire Maxwell en utilisant toutes les recherches auxquelles ses théories ont donné lieu. Naturellement, les expériences de Hertz et ses calculs tiennent une place importante dans le nouvel exposé, mais surtout les mémoires de M. O. Heaviside, dont le principal souci depuis plusieurs années a été de mettre d'accord entre elles les idées de Maxwell, exercent, sur l'ouvrage de M. Gray, une influence importante, et qui deviendra prépondérante dans le second volume, comme nous l'annonçait l'auteur dans sa préface.

Que l'auteur commence par le Magnétisme plutôt que par l'électricité, ainsi que l'indique déjà le titre de l'ouvrage, n'est pas d'une importance capitale, étant donné surtout le dualisme et non plus la simple relation que l'on admettait autrefois. Mais il est plus digne de remarque, surtout au point de vue didactique, que l'auteur ait rassemblé les notions utiles au lecteur en quelques chapitres qui ne sont pas de l'électricité mais dans lesquels sont traitées des questions où reviennent les mêmes équations.

Nous citerons, en particulier, le chapitre consacré aux équations générales de la Dynamique, et celui qui traite du mouvement des fluides. Le premier facilite l'intelligence du point de vue auquel s'était placé Maxwell lorsqu'il inaugura la discussion d'un système de conducteurs comme celui d'un système dynamique. Le second nous montre un exemple concret d'un mouvement jusqu'en un certain point analogue à celui de l'électricité, et nous familiarise avec les équations relatives aux mouvements tourbillonnaires.

Après ce qui vient d'être dit, si nous ajoutons que l'ouvrage est d'une lecture facile, on comprendra que cela n'est que relatif; de toutes façons, un ouvrage rempli de mathématiques supérieures n'est d'une lecture aisée que pour quelques privilégiés. Mais au moins, il ne nous a pas paru que l'auteur abusât du calcul. Des diagrammes nombreux et très clairs remplacent en maint endroit des expressions mathématiques. Une

bonne étude du magnétisme terrestre, accompagnée de nombreuses cartes, l'étude du magnétisme dans un navire en fer sont d'utiles applications des théories précédemment exposées.

Si l'ouvrage de M. Gray ne dispense pas complètement de lire Maxwell, il en constituera, croyons-nous, une excellente introduction.

Ch.-Ed. GUILLAUME,
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

Becker (H.), *Ancien directeur de l'Usine d'Aluminium de Saint-Michel (Savoie)*. — *Manuel d'Electrochimie et d'Electrometallurgie*. — 1 vol. in-18 de 322 pages avec 140 figures et 2 planches. Prix : 10 fr.) J. Fritsch, éditeur, 30, rue du Dragon. Paris, 1898.

L'électricité prend, de jour en jour, un rôle plus important dans la préparation des produits chimiques et métallurgiques et la description des nouveaux procédés fait l'objet d'un certain nombre d'ouvrages récents. Après le traité d'électro-métallurgie de Borchers et les ouvrages de M. Minet, voici un petit livre, dû à M. Becker, ancien directeur de l'usine d'aluminium de Saint-Michel, et qui est consacré à la description des applications industrielles de l'électricité à la Chimie et à la Métallurgie.

Ces applications sont d'ordres très différents et il est bien difficile de les réunir toutes dans un ouvrage de peu d'étendue. M. Becker n'a pas reculé devant cette difficulté; mais, quoique son ouvrage soit rempli de documents intéressants, il ne semble pas l'avoir surmontée d'une façon complète, et les différents chapitres de son livre sont d'un intérêt assez variable.

Les sept premiers chapitres, qui n'occupent pas moins de 112 pages, sont consacrés à un aperçu général de l'électricité : rappel des lois et des définitions, description des piles, des machines électriques, des accumulateurs, des appareils de mesure, etc. Ces sept chapitres pourraient être supprimés sans inconvénient. Il faut bien admettre que les gens qui veulent s'occuper sérieusement d'Electrochimie aient entendu parler de la loi de Ohm et sachent comment on produit actuellement l'électricité dans l'industrie; s'ils ne le savaient pas, il leur serait bien difficile de l'apprendre dans des résumés de ce genre.

Les chapitres suivants sont relatifs à la théorie de l'électrolyse, à la description des procédés galvanoplastiques, aux applications de l'électricité à l'épuration du cuivre noir, à l'affinage des plombs argentifères, au traitement des résidus aurifères, argentifères ou stannifères, au traitement des minerais de cuivre, de zinc, de nickel, d'antimoine, etc. Une autre partie, également intéressante, est relative à la préparation du chlore et des alcalis caustiques par électrolyse des chlorures et applications de ce procédé au blanchiment et à la désinfection par voie électro-chimique. Un chapitre relatif à l'application de l'électrolyse à l'analyse chimique pourra sembler un peu trop court pour donner des renseignements suffisamment complets sur cette importante question.

Les derniers chapitres sont consacrés aux applications thermiques du courant électrique qui peuvent intéresser le chimiste et le métallurgiste. Dans cet ordre d'idées, M. Becker signale les procédés de soudure et de fusion électrique des métaux; la transformation du carbone en graphite par les appareils de MM. Girard et Street, la fabrication du carborundum, du corindon et du carbure de calcium.

Etant donnée la multiplicité des matières traitées dans un ouvrage aussi peu volumineux, on peut s'attendre à y trouver quelques lacunes; quelques-unes paraissent vagues mais ne nous semblent nullement justifiées; c'est ainsi qu'il pourra paraître étonnant que, dans un ouvrage consacré à l'Electro-métallurgie, le nom de M. Moissan ne soit même pas cité.

G. CHARPY,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles

Larbalétrier (A.), *Professeur à l'École d'Agriculture d'Orison (Basses-Alpes). — Essais pratiques de Chimie horticole. — 1 vol. in-16, de 136 pages avec 21 figures de la Bibliothèque d'Horticulture et de Jardinage. (Prix cartonné : 2 fr.)* Boïn, éditeur, Paris. 1898.

Au début de ce livre, l'auteur prévient que son ouvrage est « un petit manuel pratique d'essais et d'analyses bien simples, pour la plupart destinés à fixer l'horticulteur sur la valeur des terres, des amendements, des engrais, etc., qu'il utilise journellement ». Le volume répond bien à ce but; après la description des instruments et la nomenclature des réactifs généraux, on y trouve l'analyse sommaire physique et chimique de la terre, des eaux, des fumiers et composts, des engrais organiques horticoles, des amendements, des engrais chimiques; enfin les deux chapitres terminaux sont consacrés aux insecticides: soufre, sulfate de cuivre, bouillies cupriques, sulfocarbonates, etc. Le livre de M. Larbalétrier rendra certainement service à toutes les personnes qu'intéressent ces questions. Cependant, et sans vouloir aucunement rabaisser le mérite de l'ouvrage que nous analysons, nous voudrions faire une observation d'ordre général au sujet des divers traités de chimie horticole qui commencent à se répandre. Il est certainement très bon que ces idées scientifiques se diffusent dans le monde de l'Horticulture, un peu en retard au point de vue des applications raisonnées de la Chimie; la production des plantes d'ornement ou des légumes et des fruits n'a qu'à y gagner; mais nous voudrions que l'on mit bien, dans l'idée des praticiens, que la réelle connaissance de la Chimie ne s'acquiert qu'à la suite d'études longues et suivies, qu'elle est l'apanage d'un travail ardu, qu'un jardinier ou un horticulteur proprement dits ne dev. endront pas de prime abord de véritables chimistes et qu'ils auront toujours intérêt à consulter un homme de science. Il est une vérité banale, exprimée sous une forme un peu vulgaire, mais qu'il est bon de rappeler parfois : « Aux jardiniers, le jardinage; aux chimistes, la chimie; à chacun son métier. » A. HÉBERT.

De Mortillet (Gabriel), *Professeur à l'École d'Anthropologie. — Formation de la Nation française. — 1 vol. in-8° de 336 pages avec 153 figures et cartes. (Bibliothèque scientifique internationale.)* (Prix, cartonné : 6 fr.) F. Alcan, éditeur, Paris. 1898.

C'est avec un profond sentiment de tristesse que nous abordons le compte rendu de cet ouvrage où l'éminent professeur de l'École d'Anthropologie a, pour la dernière fois, donné la mesure de son originalité et de sa science si étendue. Ce livre est avant tout un recueil de faits présentés avec un ordre parfait, dans un style bref et alerte.

L'auteur commence par définir les idées de race, de langue et de nationalité. Il distingue la *race d'origine*, formée d'individus descendant tous d'une seule et même souche, la *race de fusion*, composée d'éléments divers qui, par suite d'un long mélange, se sont tellement amalgamés, qu'ils ont fini par acquérir un type moyen commun; enfin la *race de milieu* produite par une action prolongée des mêmes circonstances de vie et des mêmes conditions d'habitation. Il nous semble que ce dernier cas doit forcément toujours rentrer dans l'un des deux précédents, soit que le milieu ait contribué à modifier les caractères d'individus ayant une origine commune, soit qu'il ait donné à des sujets d'origines diverses des caractères communs. A signaler dans ce chapitre les excellentes cartes donnant les limites des langues et des nationalités dans divers pays.

Après cette introduction, M. de Mortillet passe à l'examen des *données historiques*, et essaye de montrer le peu de valeur de ce genre de documents. Après avoir passé rapidement sur les Égyptiens, les Phéniciens et les Grecs, dont les derniers seuls peuvent avoir eu quel-

que influence sur la nationalité française, il examine avec plus de détail la question des Ligures, celle des Ibères, et surtout celle des rapports des Celtes, des Gaulois ou Galates et des Germains. Voici quelles sont ses conclusions sur cette question si importante pour l'origine de notre race: « Les auteurs grecs et romains, sous le nom de Celtes ou Gaulois et de Germains, ne nous ont donc parlé que d'une seule et même aristocratie militaire... Ce sont eux qui se sont toujours mis en évidence et dont on a toujours parlé, oubliant et laissant dans l'ombre les populations laborieuses et paisibles fort diverses qui, attachées au sol, constituaient les véritables habitants de chaque pays. »

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée aux déductions *linguistiques*. L'auteur montre tout ce qu'il y a d'artificiel dans la théorie des origines aryennes. L'étude des langues ne peut servir à résoudre le problème de l'origine des races: les variations et les transformations des premières sont indépendantes de la nationalité, du droit de conquête, du nombre et de la race des conquérants. La recherche de l'étymologie des noms de peuples et de lieux est encore plus impuissante, suivant lui, à nous donner la clef du problème ethnologique. Ces données peuvent tout au plus sanctionner et confirmer les conclusions tirées de l'observation directe des faits préhistoriques et des débris humains.

C'est à cette étude de la paléthnologie qu'est consacrée la troisième partie de l'ouvrage. On y trouve d'abord un exposé complet de la doctrine transformiste: succession des diverses faunes et flores, hypothèses personnelles de l'auteur sur les traces des précurseurs de l'homme à Thenay, Otta, Puy-Courny, etc., découverte du *Pithecanthropus erectus*; puis une description des diverses périodes de l'industrie de la pierre. A signaler ici une hypothèse bien hasardée: au début des temps néolithiques, le climat étant devenu plus doux, une partie de la population de la France aurait suivi le renne dans sa migration vers le nord (rappelons à ce propos qu'on ne trouve pas de débris de renne dans les Kjôkenmøddings néolithiques de Danemark!) et aurait apporté l'art magdalénien au Groenland, où il a persisté jusqu'à nos jours. Il nous paraît certain que, si l'art des Eskimos a quelque analogie avec celui de l'homme quaternaire, cela tient seulement à la similitude des matériaux employés; d'ailleurs cet art est bien plus développé dans l'Alaska qu'au Groenland. (Voir Hoffman : *Graphic Art of the Eskimos*, publication de la Smithsonian Institution.)

Au point de vue de l'industrie du bronze, il est à remarquer aussi que l'auteur n'admet pas qu'elle a été précédée d'un âge du cuivre. Les objets en cuivre pur ou pauvre en étain seraient au contraire postérieurs et dus à une pénurie momentanée de ce dernier métal. Cette théorie est en contradiction avec les travaux les plus récents.

Enfin, dans la dernière partie de l'ouvrage, l'auteur étudie les documents anthropologiques. Cette partie, peut-être un peu écourtée, comprend la description de la race de Néanderthal, correspondant au quaternaire inférieur, et de celle de Laugerie, qui résulte d'une modification sur place de la première sous l'influence du milieu, et qui répond au quaternaire supérieur. Ces deux races sont dolichocéphales. Elles ont été modifiées par une première invasion de brachycéphales au début de la période néolithique, et par une seconde bien plus récente, qui a introduit l'usage du bronze et la coutume de l'incinération. Plus tard, les types, d'abord peu nombreux, se sont multipliés par suite de croisements et de transformations, jusqu'à arriver à la complexité intime qu'on observe de nos jours. Mais, en somme, le fond de la population française est toujours constitué par la race paléolithique de Laugerie, plus ou moins modifiée et amalgamée avec les races brachycéphales.

Il est à regretter que l'étude anthropologique des populations actuelles n'ait pas été abordée dans l'ouvrage, ce qui le rend incomplet. Mais tel qu'il est, il

rendra des services à tous ceux qui s'intéressent à la question si complexe et encore irrésolue de la formation de la nation française.

J. DENIKER,
Bibliothécaire du Muséum.

4° Sciences médicales

Taty (Th.) et Belous (H.), anciens chefs de Clinique des Maladies mentales à la Faculté de Médecine de Lyon. — Etude sur le diagnostic de la Paralytie générale. — 1 vol. in-8 de 72 pages. Lyon, 1898.

MM. Taty et Belous se sont attachés à mettre en lumière les difficultés que l'on rencontre fréquemment lorsqu'on veut établir avec rigueur un diagnostic de paralytie générale; ces difficultés appartiennent à deux catégories distinctes; d'une part les symptômes psychiques isolés de la paralytie et même ses épisodes vésaniques offrent parfois une étroite ressemblance avec les symptômes ou les épisodes divers que l'on rencontre dans les différentes formes d'aliénation mentale, d'autre part le « syndrome paralytique » se retrouve plus ou moins complet en plusieurs états morbides, dont les uns reconnaissent pour cause des intoxications ou des infections diverses, saturnisme, alcoolisme, syphilis, etc., et dont les autres ont leur origine dans le retentissement sur les zones psycho-motrices de l'énergie d'affections systématisées ou localisées du système nerveux.

Les difficultés de la première catégorie se présentent surtout à la période prodromique de la maladie, quelquefois aussi cependant à sa période d'état; la recherche et l'examen méthodique des troubles somatiques permettront d'ordinaire de les résoudre; lorsqu'ils font défaut ou sont peu marqués, l'étude des antécédents héréditaires et personnels du malade, l'analyse critique de ses conceptions délirantes, l'étude de ses actes délictueux ou irréguliers, la détermination précise de l'état de sa mémoire et de son intelligence, de sa puissance de raisonner et de son émotivité, mettront d'ordinaire le médecin en mesure d'asseoir assez aisément le diagnostic; c'est seulement avec la démenie sénile que la confusion sera facile de certaines formes de paralytie générale où les troubles moteurs sont peu accusés, où l'activité délirante est presque nulle et qui se caractérisent surtout par l'affaiblissement et l'incohérence de tous les processus psychiques.

Quant aux états « paralytiques » qui simulent à s'y méprendre la paralytie générale, au point de ne s'en guère distinguer que par la rapidité plus grande de leur évolution et leur habituelle curabilité, c'est seulement la connaissance pratique du terrain où ils se développent, c'est-à-dire de l'hérédité du malade et des tares cérébrales diverses dont il a été atteint qui permettra dans la plupart des cas de faire le diagnostic entre eux et l'encéphalite interstitielle diffuse, d'autant qu'assez souvent elle constitue le terme ou, après de multiples rémissions, ils aboutissent en fin de cause. Cependant, il en est parmi ces « pseudo-paralysies générales » dont le diagnostic est, sinon facile, du moins possible, et il doit être fait, parce qu'il entraîne avec lui un pronostic moins sévère que celui de la paralytie générale vraie et un autre traitement; ces « pseudo-paralysies générales » ce sont celles qui sont dues à la syphilis, à l'alcool, à l'intoxication plombique, etc. Où le diagnostic devient parfois fort difficile, c'est en certains cas, où les symptômes psychiques étant peu accusés, les troubles moteurs viennent au premier plan; la confusion est alors assez aisée avec les tabes et surtout avec certaines formes de tabes moteur et en une certaine mesure avec la sclérose en plaques et les désordres fonctionnels produits par les tumeurs cérébrales. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que les tabes et la paralytie générale sont fréquemment associés et que les troubles spécifiques des tabes peuvent coexister avec la démenie paralytique; en bien des cas, il n'y a donc pas lieu à faire le diagnostic entre ces deux affections, parce que le malade est atteint de l'une et de

l'autre, mais ce qui cause l'hésitation du clinicien en pareils cas, c'est que l'une est en encore à sa phase prodromique, tandis que l'autre est arrivée à sa période d'état.

Cette monographie, très précise et très prudente, animée d'un judicieux esprit clinique, rendra d'utiles services aux praticiens; elle constitue en même temps au point de vue scientifique une bonne contribution à la détermination des caractères essentiels du délire paralytique.

L. MARILLIER,
Agrégré de l'Université.

5° Sciences diverses

Pinet (Gaston). — Ecrivains et Penseurs polytechniciens. — 1 vol. in-18 de 276 pages. Prix: 3 fr. 50.) P. Ollendorff, éditeur. Paris, 1898.

L'auteur de ce petit volume fort intéressant est lui-même polytechnicien et écrivain. On lui doit notamment une histoire de l'Ecole Polytechnique, écrite dans un esprit de haut libéralisme, et en s'inspirant d'une conception très juste des nécessités du monde moderne. Aujourd'hui, sous une forme rapide et alerte, il nous donne une suite d'études sur les morts et les vivants, dans lesquelles s'entremêlent les noms de Biot, Dupin, Arago, Elie de Beaumont, Kervillat, J. Bertrand, Tannery, Montalivet, Renouvier, de Freycinet, le P. Gratry, l'abbé de Broglie, Armand Silvestre, de Barante, Marcel Prévost, Considérant, Auguste Comte, etc., etc. Je ne chicanerai pas M. Pinet sur l'apparent désordre de cette macédoine de grands hommes plus ou moins illustres, dont quelques-uns doivent s'être étonnés d'avoir à s'appeler « chers camarades »; cette absence de classement n'est qu'un charme de plus. Je serais peut-être plus fondé à lui reprocher l'opposition singulière qu'il semble établir dans son titre entre les deux mots *écrivains* et *penseurs* qui ne s'isolent guère l'un de l'autre, j'aime mieux chercher dans son Introduction quelle est l'idée directrice à laquelle il a obéi en composant son livre. Je la trouve tout d'abord à la première ligne: « Il y a longtemps qu'on discute la question de l'utilité des Mathématiques pour le développement général des facultés de l'esprit. » Et un peu plus loin: « On a cru pouvoir citer l'exemple de l'Ecole Polytechnique. On a accusé son enseignement essentiellement abstrait de fausser le jugement, d'égarer les intelligences dans les chimères et les utopies. M. Dupanloup a déclaré à la tribune de l'Assemblée nationale que les polytechniciens, *liés en proie aux mathématiques, étaient écorchés, desséchés, ruinés pour toujours.* »

Il n'était pas aimable, le fougueux évêque, pour le P. Gratry, l'abbé de Broglie et pour bon nombre d'autres ecclésiastiques ayant la même origine.

M. Pinet a voulu réagir, et il a réagi. Convertira-t-il personne? J'en doute; mais il intéressera tous les gens soucieux de l'évolution intellectuelle. Sa thèse est trop évidente pour qu'une démonstration y puisse rien ajouter; pour le contraire, il faut s'être mis sur les yeux des écaillés qu'aucun raisonnement n'arrache. On objectera peut-être que Descartes, Pascal, d'Alembert, Condorcet, et même Biderot, n'avaient pas passé par l'Ecole Polytechnique; il faut les en excuser; mais depuis qu'elle existe, il en est sorti pas mal d'hommes de valeur, en dehors des ingénieurs, ou des savants de profession. Et s'il me fallait choisir entre les deux aphorismes suivants:

Tout homme ayant suivi l'enseignement de l'Ecole Polytechnique a l'esprit desséché;

Tout homme n'ayant pas suivi l'enseignement de l'Ecole Polytechnique est un esprit incomplet; je serais fort embarrassé pour décerner le prix de sottise.

Conclusion: le petit volume du commandant Pinet sera lu avec intérêt et curiosité, même par les gens que son bon sens mettra en colère.

C.-A. LAISANT,
Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 Octobre 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. Rayet, L. Picart et F. Courty communiquent leurs observations de la planète DQ Wilt (13 août 1898), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. L. Cruls adresse ses observations des comètes Coddington-Pauly et Giacobini faites à l'équatorial de l'Observatoire de Rio-de-Janeiro. — M. L.-J. Grucey communique ses observations de la comète Perrine-Chofardet, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Besançon. — M. E.-O. Lovett recherche les transformations de contact qui laissent invariante l'équation aux dérivées partielles du second ordre :

$$| p_{1,1}, p_{2,2}, \dots, p_{n,n} | = 0,$$

qui représente toutes les hypersurfaces développables dans l'espace à $n + 1$ dimensions. La transformation de contact qu'il trouve transforme donc une hyperdéveloppable en une hyperdéveloppable.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Moissan a procédé à l'analyse de quelques échantillons industriels de carbure de calcium et a constaté l'existence d'un grand nombre d'impuretés provenant des matières premières. Le silicium se rencontre à l'état de siliciure de carbone, parfois de siliciure de calcium. Le soufre se trouve à l'état de sulfure de calcium ou de sulfure d'aluminium; la décomposition du premier par l'eau produit une certaine quantité d'un gaz contenant du soufre, mais qui n'est pas l'hydrogène sulfuré. Le fer est à l'état de siliciure et de carbo-siliciure, le phosphore à l'état de phosphure de calcium décomposable par l'eau. Enfin, le carbure de calcium contient quelquefois du graphite. — M. Percy Williams a préparé deux nouveaux carbures doubles de fer et de chrome et de fer et de molybdène : $3\text{Fe}^0\text{C} \cdot 2\text{Cr}^0\text{C}$ et $\text{Fe}^0\text{C} \cdot \text{Mo}^0\text{C}$. Ces carbures peuvent être considérés comme des combinaisons du carbure de fer Fe^0C et des carbures métalliques préparés par M. Moissan; le carbure double de fer et de chrome rentre dans la série des composés isolés des fontes par MM. Carnot et Goutal. Dans la préparation, le rendement en carbures est inverse de la quantité de graphite. — M. Pastureau a obtenu des combinaisons de la phénylhydrazine avec le chlorure de bismuth : $\text{BiCl}_3 \cdot 6\text{Az}^0\text{H}^0\text{C}^0\text{H}^6$; l'azotate de bismuth : $(\text{AzO}^0)^3\text{Bi} \cdot 6\text{Az}^0\text{H}^0\text{C}^0\text{H}^6$; le sulfite de zinc : $\text{ZnSO}_3 \cdot 2\text{Az}^0\text{H}^0\text{C}^0\text{H}^6$; le sulfite de manganèse : $\text{MnSO}_3 \cdot 2\text{Az}^0\text{H}^0\text{C}^0\text{H}^6$. — M. P.-P. Dehérain a étudié les pertes qui se produisent dans le fumier exposé à l'air libre. Ce fumier perd d'abord rapidement l'ammoniaque qu'il renferme. Le courant d'air provoque, en outre, une combustion, qui se traduit par une production constante d'acide carbonique; elle porte, au moins partiellement, sur la matière azotée et détermine le dégagement de l'azote à l'état libre: cette combustion est activée par les bactéries oxydantes du fumier. Il est donc bon, après avoir conduit le fumier sur les terres, de ne pas le laisser séjourner trop longtemps à l'air, mais de l'enfourir pour éviter les dépenses.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Ch. Bouchard, au cours d'observations sur les variations du poids du corps de l'homme, a constaté, dans des périodes où l'économie ne reçoit d'autres *ingesta* que les gaz atmosphériques et où elle ne rend d'autres *excreta* que les matières de la perspiration cutanée et de l'exhalation pulmonaire, des augmentations de poids. L'augmentation ne peut avoir lieu que par fixation d'oxygène; mais les oxydations

connues ne rendent pas compte de cette augmentation. L'auteur admet alors que la graisse peut être incomplètement oxydée en se transformant en glycoène. Ce nouveau mode de transformation a été vérifié expérimentalement. — M. Dussaud a étudié l'impression produite en faisant passer plus ou moins vite, au contact des doigts, une série de reliefs représentant un objet mobile dans ses différentes positions successives; on a l'impression que l'objet représenté est en mouvement. Ce dispositif permet à des personnes, de tout temps privées de la vue, de s'exercer à acquérir la notion du mouvement et du déplacement des choses. — M. Paul Berger, par l'examen des quarante-six observations aujourd'hui publiées, a constaté que l'amputation interscapulo-thoracique est l'intervention de choix dans le traitement des tumeurs malignes de l'extrémité supérieure de l'humérus. La condition essentielle qui doit régir la technique de l'opération, et à laquelle celle-ci doit son innocuité : c'est la ligature de l'artère et de la veine sous-clavières que l'on pratique dans le premier temps, grâce à la résection de la partie moyenne de la clavicule. — MM. Félix Mesnil et Maurice Caullery ont découvert que la forme A de *Dodecaceria concharum* (Annélide polychète présentant le polymorphisme évolutif) est bien un adulte; elle mûrit à cet état; elle est vivipare et parthénogénétique. En effet, on ne trouve jamais que des femelles dans la forme A; il n'y a ni mâles, ni spermatozoïdes.

Séance du 10 Octobre 1898.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. D. Eginitis communique ses observations de l'essai des Perséides, faites à Athènes du 9 au 12 août. — M. Venukoff envoie le résultat des travaux géodésiques faits par des savants russes en Mandchourie, en vue de la construction du chemin de fer transmandchourien. Les coordonnées de 21 points ont été exactement déterminées. — MM. J. Perchot et W. Ebert considèrent le mouvement d'un corps de masse nulle dans le plan de l'orbite de Jupiter, supposée circulaire, et recherchent l'intégration du problème des trois corps ainsi restreint.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Pellat montre comment on doit rectifier l'expression admise de l'énergie d'un champ magnétique, en tenant compte de la quantité de chaleur que le milieu prend ou cède à l'extérieur pour maintenir sa température constante pendant la charge. Il faut considérer trois cas : champ formé par des aimants permanents; champ produit par des courants fermés; champ constitué à la fois par des aimants et des courants. — M. V. Desjardins donne quelques indications sur une aurore boréale observée à Guin-gamp le 9 septembre. — M. H. Moissan a constaté que le calcium se combine à l'azote au rouge sombre avec incandescence. Lorsque cette réaction se produit vers 1,200°, le composé obtenu est cristallisé; il répond à la formule Az^0Ca^2 . Il présente un certain nombre de réactions très vives avec le chlore, le brome, l'iode, l'oxygène, le soufre et le phosphore. Il est détruit par le carbone à haute température. Avec l'alcool anhydre, il fournit de l'ammoniaque et de l'éthylate de calcium. Il possède la propriété de se décomposer au contact de l'eau froide en fournissant de l'ammoniaque. — M. Ed. Defaogz, par l'action de l'acide iodhydrique liquide sur l'hexachlorure de tungstène, a obtenu un nouvel iodure : le tétraiodure de tungstène, IuI^4 . C'est une substance noire, insoluble dans l'eau qui la décompose, soluble dans l'alcool absolu. L'hydrogène le réduit avant le rouge sombre pour donner le métal qui est pulvérulent et facilement inflammable. — M. L.-A.

Hallepeau a constaté qu'on pouvait facilement obtenir le bioxyde de tungstène cristallisé en réduisant au rouge le paratungstate de lithium par l'hydrogène. En chauffant le paratungstate de lithium avec l'étain, l'auteur a obtenu un tungstate tungsto-lithique, de formule $\text{Li}_2\text{O}, \text{TuO}_2 + 3\text{TuO}_2$. — M. R. de Forcrand a fait l'étude thermique des oxydes de sodium et en a déduit leur chaleur de formation :

$$\begin{aligned}\text{Na}^+ + \text{O}_2^2 &= + 67,62 \text{ cal.} \\ \text{Na}^+ + \text{O} &= + 100,40 \text{ cal.} \\ \text{Na}^+ + \text{O}^2 &= + 119,79 \text{ cal.}\end{aligned}$$

Si le sous-oxyde est plus violemment attaqué par l'eau et paraît plus oxydable à l'air que le sodium, cela tient seulement à son état physique, ce corps poreux présentant une grande surface d'attaque. — M. J. Bonnefoi a constaté que le chlorure de lithium donne des combinaisons avec une, deux et trois molécules de méthylamine. La dissociation de ces composés concorde parfaitement avec les résultats donnés par la formule de Clapeyron. — M. M. Berthelot revient sur le sujet des augmentations de poids observées chez l'homme et les animaux hibernants, et attribuées par M. Bouchard à une transformation de la graisse en glycogène. Cette réaction est contraire à ce qui se passe généralement, et il serait nécessaire de montrer l'accroissement du glycogène dans le corps. M. Berthelot pense qu'il faut plutôt rechercher la cause de l'augmentation de poids dans une oxydation partielle des albuminoïdes, avec formation de produits spéciaux. — M. C. Istrati, en chauffant pendant six jours le phène tribromé 1.3.5 avec de l'acide sulfurique et en ajoutant de l'iode à diverses périodes, a obtenu le phène tribromé 1.3.5, triodé 2.4.6. C'est un solide jaune d'or, cristallisant en petites aiguilles. — M. C. Istrati a cherché à obtenir les dérivés iodés de la quinolène en traitant ce corps à chaud par l'iode en présence d'acide sulfurique; il a recueilli des francénines iodées de la quinolène, une quinolène diiodée $\text{C}_{10}\text{H}_6\text{I}_2$, et des dérivés sulfonés. — M. P. Genvresse a préparé : l'acide phénylphosphorique $\text{C}_6\text{H}_5\text{PO}_3\text{H}_2$ par réaction de l'anhydride phosphorique sur le phénol; l'acide phénylène-diphosphorique $\text{C}_6\text{H}_4(\text{PO}_3\text{H}_2)_2$, par réaction de l'anhydride phosphorique sur l'hydroquinone; l'acide oxyphénylphosphorique $\text{C}_6\text{H}_5\text{PO}_3\text{H}_2\text{OH}$, par réaction de l'anhydride phosphorique sur la pyrocatechine. — M. X. Rooques a apporté quelques modifications à la méthode de Rieter pour le dosage volumétrique de l'aldéhyde éthylique par l'acide sulfureux. Il est préférable d'employer une solution alcoolique de bisulfite alcalin; il faut laisser la réaction s'accomplir à froid pendant douze heures. Les erreurs de la méthode de Rieter croissent avec la richesse en aldéhyde. — M. G. Massol a déterminé quelques données thermiques relatives à l'acide iso-amylmalonique et à son isomère normal, l'acide subérique. Les chaleurs de formation de leur sel neutre solide, qui sont respectivement de 46,49 cal. et de 44,76 cal., montrent que la valeur acidimétrique du premier est supérieure à celle du second. — M. Ballard a déterminé la composition et la valeur alimentaire de seize échantillons de haricots indigènes et les a trouvées égales à celles de haricots exotiques antérieurement consommés par l'armée; ils pourraient donc leur être substitués. Mais les agriculteurs devraient, de préférence, rechercher les espèces à petits grains, qui sont généralement plus azotées que les espèces à gros grains, et perdent plus vite leur excès d'hydratation.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Yves Delage a réussi à diviser des œufs d'Oursin, à la main, sous le microscope en deux parties : l'une contenant le noyau, avec le centrosome accolé, l'autre formée simplement de cytoplasma ovulaire. Les deux parties, mises en présence de sperme de la même espèce, ont été fécondées aussi bien qu'un œuf entier témoin. La segmentation s'est effectuée un peu plus lentement et a abouti au

stade gastrula dans un cas. Il peut donc y avoir fécondation et développement d'un fragment d'œuf sans noyau et sans ovocyte. — M. S. Jourdain a observé, chez le crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans*), que le tétard venant d'éclore pèse plus que l'œuf récemment pondu. Or, pendant la période de gestation, aucun aliment n'est fourni à l'œuf en voie de développement. Il faut donc admettre que les matériaux qui ont déterminé cette augmentation de poids sont empruntés à l'air ambiant. Il y a probablement, comme dans les cas observés par M. Bouchard, fixation d'oxygène.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 13 Septembre 1898.

M. Paul Berger analyse une communication de M. A. Ricard, relative à deux greffes d'os vivants. Dans le premier cas, il s'agissait de la greffe d'un os coxal de chien pour réparer une perte osseuse de l'os frontal. Dans le second cas, le quatrième métatarsien du pied droit du malade servait à restaurer le nez déformé par l'abaissement de ses os propres. Dans les deux cas, le résultat a été satisfaisant et s'est maintenu; mais les os greffés se sont résorbés et ont été remplacés par un épaississement fibreux élastique. — M. E. Vallin fait, sur la demande du Ministre de l'Intérieur, un rapport sur un appareil destiné à éviter les inhumations précipitées, et dû au comte Michel de Karnice Karnicki. Il estime qu'il n'y a pas lieu de demander aux pouvoirs publics d'en prescrire l'emploi. Il serait préférable d'instituer partout la vérification des décès, et d'attendre jusqu'à la putréfaction dans les cas douteux. — M. P. Mégnin entretient l'Académie d'une épidémie de ténias qui sévit depuis plusieurs années dans les élevages de faisans et de perdrix, et les décime en grande partie. Ces parasites sont, pour le faisau, une espèce nouvelle, le *Davainea Guevillensis*; pour la perdrix, le *Davainea Urogalli*, et une autre espèce nouvelle, le *Tenia lagenocollis*. Ils font périr les animaux par obstruction intestinale; on s'en débarrasse en ajoutant à la pâtée des oiseaux de la poudre de noix d'Arec. — M. Antonin Poncet communique une observation d'actinomycose ano-rectale. L'infection peut avoir eu lieu par la voie ano-rectale, mais il est également possible qu'il s'agisse d'une infection par continuité à point de départ vésico-prostatique (le malade s'étant introduit par l'urètre un épi de blé qui a pénétré dans la vessie). Le malade a été traité par l'iodure de potassium; on a procédé également à l'ablation des masses fongueuses péri-anales.

Séance du 20 Septembre 1898.

M. Chauvel lit un rapport sur le concours du Prix Herpin. — M. Chauvel présente un rapport sur un mémoire de MM. Boisson et Marcus, intitulé : Diagnostic de la présence et de la topographie d'une balle de revolver dans la région sous-tyoïdienne par la radiographie et la radioscopie. En se basant sur les indications obtenues, les auteurs purent facilement extraire le projectile. — M. Moncorvo communique trois cas de tabes spasmodique congénital chez des enfants; dans les trois cas, le père avait contracté la syphilis avant son mariage et l'hérédité spécifique se manifestait par des stigmates indéniables. L'hérédosyphilis est donc un des facteurs étiologiques du tabes spasmodique congénital. — M. Garnault lit un travail intitulé : Critique de la méthode de Schwarze dans le traitement des mastoïdes aigües.

Séance du 27 Septembre 1898.

M. Ferrand lit un rapport sur le concours du Prix Desportes.

Séance du 4 Octobre 1898.

M. Lereboullet lit un rapport sur le concours du Prix Nivet. — M. J.-J. Laborde communique les expérien-

ces suivantes : Si, sur un jeune cobaye rendu épileptique par une hémisection de la moelle épinière, on pratique la résection du sympathique du côté de la zone épileptogène, on atténue les accès épileptiques sans les faire disparaître; mais, de l'autre côté, se développe une zone épileptogène effective. La résection préventive des deux filets sympathiques cervicaux n'empêche pas la production subséquente de l'épilepsie expérimentale. — M. H. Hallopeau rapporte trois cas d'infection purulente tégumentaire (impétigo herpétiforme d'Hebra, dermatite pustuleuse circinée et excentrique de Besnier et Doyon). Cette maladie, qui se présente en général chez les femmes pendant les derniers mois de la grossesse, doit être considérée comme une pyémie; le traitement consiste dans l'application d'antiseptiques (solutions de bichlorate de soude, solutions phéniquées faibles).

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

J.-W. Capstick : Sur la chute de potentiel près de la cathode dans les gaz. — Hittorf a montré que lorsqu'un courant électrique traverse un gaz à basse pression, il se produit une chute brusque de potentiel autour de chaque électrode; à la cathode, cette chute est constante pour chaque gaz, et indépendante de la densité du gaz et de la force du courant. Warburg a confirmé ces faits et a déterminé la chute de potentiel pour un certain nombre de gaz. L'auteur a repris ces déterminations dans le but de rechercher si la chute de potentiel n'est pas liée à d'autres constantes physiques ou chimiques des gaz; ses expériences ont porté sur trois gaz simples : hydrogène, oxygène, azote, et sur trois de leurs composés : vapeur d'eau, ammoniac et bioxyde d'azote.

L'appareil employé est représenté par la figure 1. A est l'arrivée du gaz en expérience; en B, on peut produire, au moyen du réservoir C, une colonne de mercure qui isolera le reste de l'appareil du réservoir à gaz.

D est une boule destinée à recueillir le mercure entraîné; E, un système de tubes purificateurs. La décharge a lieu en F; G est l'anode en aluminium; K, la cathode en platine;

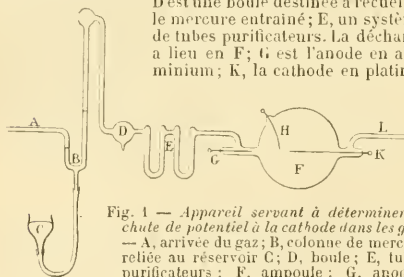


Fig. 1 — Appareil servant à déterminer la chute de potentiel à la cathode dans les gaz. — A, arrivée du gaz; B, colonne de mercure reliée au réservoir C; D, boule; E, tubes purificateurs; F, ampoule; G, anode; K, cathode; L, pompe pneumatique.

II, un fil de platine isolé jusqu'à 4 millimètre de la pointe; I, est une pompe d'épuisement. C'est entre H et K qu'on mesure la différence de potentiel, soit au moyen d'un électromètre biliaire à cadrans, soit au moyen d'un voltmètre de Kelvin; il faut avoir soin de placer l'extrémité de H en dehors de la zone lumineuse qui entoure la cathode. Le courant doit être continu, condition facile à réaliser pour les gaz simples, mais non pour les gaz composés.

L'hydrogène a été obtenu à partir de palladium préalablement saturé avec de l'hydrogène provenant de l'électrolyse de l'acide sulfurique dilué. Sept expériences ont donné, pour la chute de potentiel, des nombres variant entre 296 et 304 volts. La moyenne est de 298 volts, valeur qui diffère peu de celle trouvée par Warburg (300 volts).

L'oxygène a été préparé en chauffant du permanga-

nate de potasse; il a été purifié jusqu'à ce que son spectre ne donnât plus les lignes de l'hydrogène et très faiblement celles de l'azote. La moyenne de seize déterminations donne une valeur de 370 volts.

L'azote a été préparé d'abord par décomposition du bichlorate d'ammonium, mais, à cause des traces d'oxygène qu'il contenait, les résultats différaient trop de ceux de Warburg. De l'azote provenant de la décomposition du nitrite d'ammonium fut ensuite employé. La moyenne des déterminations a donné une valeur de 232 volts, nombre identique à celui obtenu par Warburg pour l'azote retiré de l'air atmosphérique. La présence de l'argon n'a donc aucun effet sur la chute de potentiel.

Les déterminations sur la vapeur d'eau rencontrèrent plusieurs difficultés, dues surtout à l'intermittence du courant et à la formation de produits de décomposition. Pour parer à ce dernier inconvénient, l'auteur interrompait de temps en temps le courant, puis faisait passer un courant de vapeur pure dans l'appareil. La moyenne des déterminations a été de 469 volts.

Pour l'ammoniac, préparée par l'action de la soude sur le sulfate d'ammoniac, on rencontra des difficultés analogues; la valeur moyenne observée a été de 582 volts.

Enfin, pour le bioxyde d'azote, provenant de l'action de l'acide sulfurique sur un mélange de nitrate de potasse et de sulfate ferreux, la décomposition du gaz par le courant était tellement rapide, que la moyenne des déterminations (373 volts) doit être considérée seulement comme approximative.

En résumé, la chute de potentiel à la cathode nous apparaît comme une quantité additive. Si l'on assigne respectivement les valeurs 149, 116 et 184 aux atomes d'hydrogène, d'azote et d'oxygène, on obtient, par addition, 482 pour la vapeur d'eau et 563 pour l'ammoniac, nombres qui concordent avec les valeurs observées dans la limite des erreurs expérimentales. La chute de potentiel est donc une propriété des atomes plutôt que de la molécule.

On conclut, d'autre part, qu'une différence de potentiel moindre que la chute de potentiel à la cathode n'est pas capable de produire une décharge dans un gaz; cette conclusion est en accord avec les expériences de M. Peace, qui a trouvé que la décharge dans l'air demande une différence de potentiel d'au moins 300 volts.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 10 Mars 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Trenkner : Sur la connexion de quelques éléments des trajectoires des huit grosses planètes. — M. W. Binder : Le problème des tangentes dans l'épicycloïde du cercle à point double.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. M. Lilienfeld et S. Tauss : Sur l'alcool et le glycol des aldéhydes isobutyrique et acétique.

Séance du 17 Mars 1898.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — MM. J. Herzig et F. Schiff prouvent que la formule jusqu'à présent adoptée pour la pyrogaïacine est fautive et doit être remplacée par la formule $C^{14}H^{10}O_2$. Ce corps renferme un groupe méthoxyle et un groupe hydroxyle et doit être considéré comme le monométhoxymonoxyaïacène. — M. J. Herzig a fait réagir l'acide iodhydrique sur des dérivés aromatiques bromés : tétrabromorine, dibromoquercitine, tribromophloroglucine, acide tribromobenzoïque, etc., dans le but de substituer le brome.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. V. Uhlig : La géologie du massif du Tatra. II. Tectonique et histoire géologique du Tatra. — MM. H. Albrecht et A. Ghon : Recherches anatomo-pathologiques sur la peste bubonique à Bombay en 1897.

Séance du 31 Mars 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. Grabowski étudie la question du mouvement des pôles. Après la discussion du mémoire de Spitaler, il conclut que le déplacement des couches d'air mis en avant par cet auteur est bien un des facteurs principaux du mouvement du pôle, mais qu'il doit exister un autre facteur, de même valeur, agissant dans une direction perpendiculaire.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Grau : Sur les courants de Foucault et l'hystérèse. L'auteur montre qu'on peut déterminer expérimentalement la quantité de travail employée à la production des courants de Foucault dans le fer et en déduire la valeur de l'hystérèse. Il emploie pour cela trois anneaux de fil de fer de même poids, ayant respectivement 1, 2 et 3 millimètres d'épaisseur; ceux-ci sont entourés de trois bobines de cuivre égales, parcourues par le même courant alternatif. L'énergie communiquée à ces bobines est employée à l'échauffement du cuivre, à l'hystérèse et à la production des courants de Foucault. L'échauffement est facilement mesurable; l'hystérèse est égale pour les trois corps pour une même valeur de l'induction; si l'on soustrait donc du travail total le travail d'échauffement, les différences des résultats sont dues uniquement aux courants de Foucault. — MM. F. Eichberg et L. Kaller ont observé les courants continus qui se produisent dans l'arc voltaïque à courant alternatif entre deux électrodes de nature différente. Ce phénomène, observé par Sahulka entre des électrodes de fer et de charbon, se produit également entre cuivre et charbon, nickel et charbon, et même entre charbons de natures différentes. Le phénomène a été étudié par la méthode de Joubert. — M. H. Harting : Sur le calcul algébrique et numérique des microscopes de petite ouverture. — MM. R. Pribram et C. Glücksmann ont poursuivi, sur l'acide tartrique, leurs études sur les relations entre le changement de volume et le pouvoir rotatoire spécifique des solutions actives. En dehors de l'écart que la courbe du pouvoir rotatoire doit présenter au point du maximum de contraction (16 %), les auteurs ont trouvé encore trois inflexions très accusées. Les formules données jusqu'à présent pour le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique reposent donc sur des observations insuffisantes et doivent être abandonnées. — MM. Max Bamberger et Ant. Landsiedl ont analysé les gaz qui s'échappent de la source de Vöslau; ils contiennent 4,2 % d'argon. — M. Georg Gregor a aplani les difficultés que présente la méthode de Zeisel pour la détermination quantitative du méthoxyle (isolement de l'iode d'argent et réduction partielle du nitrate d'argent) en employant une solution nitrique de nitrate d'argent et en remplaçant le phosphore amorphe par une solution carbonatée alcaline d'acide arsénieux. — M. Leo Schwarz : Détermination volumétrique des dérivés nitrés du phénol.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Paul von Pott, capitaine du *Pola*, rend compte du voyage scientifique que ce navire a exécuté dans la mer Rouge en 1897-1898. — M. K. Grobben a étudié l'anatomie et la morphologie des Tridacnes sur des matériaux capturés pendant l'expédition du *Pola* dans la mer Rouge. L'orientation vraie des Tridacnes est celle dans laquelle le bord de la charnière de la coquille est horizontal; l'auteur décrit ensuite le *Bulbus arteriosus* et les glandes péricardiales. Les deux espèces trouvées, *Tridacna elongata* et *Tr. rudis*, sont hermaphrodites. — M. A. Oberwimmer a déterminé les Mollusques recueillis pendant l'expédition du *Pola* dans l'Adriatique en 1890-1894. Sur seize genres de Pteropodes, treize genres d'Hétéropodes et deux formes de *Sinusigera*, il n'y a qu'une *Atlanta* et une *Sinusigera* nouvelles. Tous ces animaux sont purement pélagiques. La présence de grandes quantités de coquilles au fond de la mer est due à l'action des courants.

Séance du 21 Avril 1898.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. M. Cantor recherche

si la décharge à travers un tube de Geisler, placé dans le circuit d'une batterie de 1.000 accumulateurs, est discontinue, ou, comme Hertz l'a admis, continue. L'exploration du circuit au moyen d'un cobérateur a révélé une décharge discontinue. — MM. R. Pribram et C. Glücksmann : Sur les relations entre le changement de volume et le pouvoir rotatoire spécifique des solutions actives de tartrate de potasse. — M. Aug. Thalberg a préparé, par l'action de la potasse sur l'aldéhyde propionique, l'aldol propionique $C^4H^8O^3$. C'est un liquide épais, soluble dans l'eau et dans l'éther, distillant dans le vide à 94°; il donne un oxime, fournissant, par réduction, un glycol, qui, oxydé par le permanganate, donne de l'acide propionique, un oxyacide $C^4H^8O^3$ et de la diéthylcétone.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. F. Steindachner décrit une nouvelle espèce de *Kuhlia*, trouvée dans la mer Rouge. — M. E. Suess : Sur l'asymétrie latérale de l'hémisphère nord. — M. A. Pelikan a étudié la formation dite *Schalstein* en Moravie et en Silésie. Pendant le Dévonien, la Moravie et la Silésie ont été le théâtre d'une active éruption. Le magma diabasique a produit d'un côté des roches massives : diabasite, porphyrite diabasique, spilite; d'un autre côté, des tufs, qui sont un mélange de diabase avec des schistes calcaires et argileux; on en déduit que l'éruption diabasique a eu lieu au fond de la mer. Ces dernières formations, connues sous le nom de *Schalstein*, ont été profondément modifiées. La structure massive de la roche éruptive s'est transformée à leur contact en une structure schisteuse; les modifications chimiques consistent dans la transformation de l'augite en chlorite, des plagioclases basiques en albite et calcite, dans la formation d'aggrégats de quartz et de feldspath, d'amphibole, de biotite, de titanite. En somme, la roche éruptive a transformé la formation dite *Schalstein* en un système schisteux cristallin.

Séance du 5 Mai 1898.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. Jos. von Geitler, s'appuyant d'une part sur ses essais relatifs aux effets électrostatiques des rayons X, d'autre part sur les expériences de Perrin, Lenard, sur les effets électrostatiques des rayons cathodiques, conclut que les deux sortes de rayons sont de nature physique entièrement différente. — MM. R. Pribram et C. Glücksmann continuent leurs recherches sur les relations entre le changement de volume et le pouvoir rotatoire spécifique des solutions actives. Le tartrate de potassium diffère du tartrate de sodium en ce que le pouvoir rotatoire croît avec la concentration pour le premier, tandis que le contraire se manifeste pour le second. — M. K. Hopfgartner a retiré des parties aériennes de *Maclya cordata* deux alcaloïdes : la protopine, déjà trouvée par Eykman dans les racines, et une substance identique à la β -homochélidonine. Il a préparé et analysé les sels de ces deux corps.

Séance du 12 Mai 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Pollak : Sur la géométrie des courbes radiales d'une section conique.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Hann communique le résultat des observations de la température au sommet de l'Obir (2.140 m.) et du Sonnblick (3.406 m.). La moyenne des températures pendant la période 1887-1897 a été la suivante : Obir : juillet, 8°,3; janvier, -0°,2. Sonnblick : juillet, 1°,2; janvier, -6°,3. — M. K. Nat-terer présente ses recherches chimiques sur l'eau de la moitié nord de la mer Rouge. La quantité d'oxygène se trouve à peu près la même que dans les profondeurs de la mer de Marmara; toutefois, le golfe de Suez est saturé d'oxygène. L'eau renferme une bonne proportion de carbonates et donne la réaction alcaline à la phénolphthaleïne. L'eau du fond est très riche en substances organiques dissoutes, provenant des débris animaux et végétaux qui sont tombés au fond de la mer. Par suite de l'oxydation de ces produits, il se forme de

l'ammoniaque; le golfe de Suez est très riche en substances organiques et ammoniacale; l'oxydation ultérieure de l'ammoniaque peut même donner de l'acide nitrique, mais celui-ci, en arrivant à la surface, est décomposé par le soleil. Le chlore et l'acide sulfurique sont dans des proportions ordinaires. — M. L. Kann a étudié la polarisation rotatoire de l'acide malique; il a constaté une dispersion anormale, variant avec la concentration, le dissolvant et la température; elle se montre aussi bien en solution alcoolique qu'en solution aqueuse et disparaît pour une certaine température. — M. H. Schrötter poursuit son étude sur les albumoses. L'action de l'acide nitrique sur les chlorhydrates d'albumoses, comme sur la peptone de Witte, donne, entre autres, un acide insoluble dans l'eau, dont les propriétés ressemblent à celles de l'acide oxyprotosulfonique de Maly. Cet acide se produit par désamidation suivie d'oxydation. L'auteur maintient que la différence entre les albumoses et les peptones réside dans la teneur en soufre.

Séance du 20 Mai 1898.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Mache a étudié le changement de volume des gaz sous l'influence de forces électromotrices puissantes. Si des gaz sont placés dans un champ électrique, pour lequel la chute de potentiel est très forte, ils subissent une diminution ou une augmentation de volume. La cause de la première réside dans une polarisation diélectrique du gaz; celle de la seconde dans l'ionisation des molécules.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. W. Figgdor communique ses recherches sur la pression de la sève dans les arbres des tropiques. Cette pression est toujours positive; elle est, en général, deux à trois fois plus forte que dans nos contrées; elle peut dépasser huit atmosphères chez le *Schizolobium excelsum* Vog. Elle diminue régulièrement toutes les vingt-quatre heures; ce fait doit être attribué en partie à la transpiration des arbres. — M. St. Bernheimer a recherché, sur le sinze, par quelles voies se transmet la réaction pupillaire; il arrive aux conclusions suivantes : 1^o Les fibres nerveuses visuelles sont en partie croisées dans le chiasma; 2^o il en est de même pour les fibres pupillaires; chaque œil est relié au noyau sphinctérien du même côté et du côté opposé par des fibres pupillaires; 3^o les deux noyaux sphinctériens sont également reliés directement entre eux; 4^o cette dernière réunion se fait probablement au moyen des prolongements des cellules ganglionnaires des deux noyaux.

Séance du 10 Juin 1898.

M. le Vice-président annonce le décès de M. Friedrich Müller, membre de l'Académie.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. O. Stolz : Une nouvelle forme de la condition d'intégrabilité d'une fonction d'une variable.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. Becke a étudié les secousses de tremblement de terre qui se sont fait sentir à Graslitz du 24 octobre au 23 novembre 1897. C'est un exemple typique de tremblement de terre tectonique hétéroaxe; les secousses provenaient d'une montagne schisteuse située entre l'extrémité orientale de Fichtelgebirge et le bord occidental du massif granitique de Neudecker. Les secousses préliminaires ont montré une périodicité diurne. — M. J. Knett a étudié l'influence du tremblement de terre précédent sur les sources de Karlsbad. — M. J. Luksch communique ses recherches d'océanographie physique sur la mer Rouge en 1897-1898. — M. Ernest Lecher a constaté

qu'une pile électrolytique, formée d'une solution d'alun baignant deux électrodes, l'une de platine, l'autre d'aluminium, laisse passer plus facilement le courant fourni par une batterie de cinq à dix accumulateurs dans la direction platine-aluminium que dans la direction opposée. Le phénomène ne se produit pas avec un seul élément. L'auteur explique les faits par la formation d'une couche d'oxyde d'aluminium. — M. Friedrich Emich a étudié les mélanges explosifs de chlore et d'hydrogène, puis de gaz des marais, d'oxyde de carbone et d'oxygène. Le mélange des deux gaz qui fait explosion sous l'épaisseur la plus faible n'a pas la même composition que dans le cas du gaz tonnant, hydrogène et oxygène, précédemment étudié par l'auteur. — M. W. Schieber a déterminé l'eau de cristallisation du manganosulfate. Il a constaté que ce dernier cristallise de ses solutions aqueuses avec 7, 5, 4 ou une seule molécule d'eau. Le manganosulfate avec quatre molécules d'eau de cristallisation est dimorphe. Le manganosulfate avec 6, 3 et 2 molécules d'eau n'existe pas. — M. H. Weidel a préparé la méthylphloroglucine par hydrolyse du chlorhydrate de 1-méthyl-2,4,6-triamidobenzol. Ce corps, fondant à 214-216° C. se comporte comme un triphénol et fournit un dérivé triacétylé. Avec l'acide chlorhydrique et l'alcool méthylique, il donne un mono ou un diéthyléther. — MM. H. Weidel et F. Wenzel ont obtenu le 2,4-diméthylphloroglucine par l'action du chlorhydrate d'ammoniaque sur le chlorhydrate du 1,3-diméthyl-2,4,5-triamidobenzol. C'est un corps cristallisé, fondant à 163° C., donnant également un dérivé triacétylé. — MM. H. Weidel et F. Wenzel ont également préparé le chlorhydrate de 1,3,5-triamido-2,4,6-triméthylbenzol par l'action du zinc et de l'acide chlorhydrique sur le trinitromésitylène.

Cette base se présente en tablettes jaunes blanchâtres, fondant vers 119°. Ce triamidomésitylène donne à son tour sous l'action de l'eau la triméthylphloroglucine, fondant à 184°. — M. M. Popper a retiré la peucedanine des racines de *Peucedanum officinale*, corps auquel on attribuait jusqu'à présent la formule $C^{18}H^{16}O$. Par l'analyse élémentaire, la détermination du méthoxyle et par celle du poids moléculaire de l'oroselone (formée par l'action de l'acide iodhydrique sur la peucedanine), l'auteur est arrivé à conclure que la peucedanine est l'éther monométhyle de l'oroselone et doit répondre à la formule $C^{14}H^{12}OCH^3O$.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Friedrich Brauer communique de nouvelles observations sur la *Muscaria schizometopa*. — M. Emil Oekinghaus : Sur l'augmentation de la densité et l'aplatissement à l'intérieur de la terre.

Séance du 16 Juin 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Gustave Kohn : Sur les tétraèdres en perspective oblique.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. Rodolphe Sturany communique le tableau des Mollusques terrestres et d'eau douce des régions sud-africaines aujourd'hui connus, d'après les collections rapportées par le Dr Penhler. Dans ce tableau figurent : quinze espèces et cinq variétés nouvelles d'*Eumec*, trois espèces nouvelles du genre *Bulinus*, une espèce nouvelle des genres *Achatina*, *Livina*, *Opaea*, *Pupa*, *Succinea*, *Linnaeus*, *Cyclopus*, *Spatha*, et une variété nouvelle des genres *Vivipara* et *Unio*.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Géodésie

Le Congrès géodésique international de Stuttgart. — Pour la première fois depuis son renouvellement à Berlin, en 1895, l'*Association géodésique internationale* vient de se réunir à Stuttgart (Wurtemberg). Cette session a offert un intérêt tout particulier; quinze Etats sur vingt-deux, faisant partie de l'Association, y étaient officiellement représentés.

L'Angleterre avait envoyé le professeur Darwin; l'Italie, le général Ferrero; la Russie, le général de Stubendorf, chef de la Section topographique de l'Etat-major. La présidence était exercée par M. Faye, membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, délégué de la France avec MM. Bouquet de la Grye, de l'Institut, le colonel Bassot, directeur du Service géographique de l'Armée; le commandant Bourgeois, chef de la Section de Géodésie, et Lallemant, directeur du Nivellement général de la France.

Les décisions prises au cours de cette session ont été des plus importantes.

Ainsi, on a discuté et arrêté les conditions d'installation et de fonctionnement de six observatoires internationaux qui doivent être incessamment créés à Carloforte (Sicile), Cincinnati, Dover, Ukiah (Etats-Unis), Mizusawa (Japon) et Tschardjoui (Asie centrale) pour la mesure des petits mouvements du pôle terrestre. L'organisation est prévue tout d'abord pour cinq années après lesquelles, suivant les résultats obtenus, on décidera s'il y a lieu ou non de poursuivre cette étude.

Sur l'initiative des Etats-Unis, le vœu a été exprimé qu'il soit, le plus tôt possible, procédé à une nouvelle mesure de l'arc du Pérou, pour vérifier celle exécutée il y a environ un siècle par les géodésiens français Bouguer et La Condamine, en vue de fournir à l'Académie des Sciences les éléments du calcul de la longueur du mètre. Suivant toute probabilité, cette nouvelle opération, comme la première, sera effectuée par la France.

M. Bouquet de la Grye a lu un important rapport au sujet des marégraphes et médimarémètres installés sur toutes les côtes pour la détermination du niveau moyen de la mer. Le colonel Bassot a signalé la récente ouverture des travaux de révision de la grande triangulation

de l'Etat-major français, en vue de la réfection du cadastre. Enfin, M. Lallemant a fait part de l'état d'avancement du Nivellement général de la France, dont 50.000 kilomètres sont actuellement terminés, et a présenté au Congrès une nouvelle étude très complète sur la question des variations de longueur des mires de nivellement, d'après les expériences du colonel Goulier.

§ 2. — Métallurgie

Le chauffage au gaz des obus avant trempe.

— La lutte qui se poursuit depuis près de cinquante ans avec des alternatives variables entre la cuirasse, d'une part, le canon et le projectile, de l'autre, est intéressante à étudier au point de vue industriel, parce que ses différentes phases correspondent presque toujours à des perfectionnements apportés dans l'industrie du fer et de l'acier : on pourrait même dire qu'elle tient en haleine l'ingéniosité des métallurgistes et qu'elle a provoqué bien des progrès dont les applications utiles se sont généralisées.

Dès le début des cuirassements, les projectiles en fonte furent impuissants contre les blindages en fer; mais, peu à peu, leur fabrication se perfectionna : on trouva le moyen de durcir la surface de la fonte en la trempant, au moment de la coulée, au contact de moules métalliques, et il fallut augmenter de plus en plus les épaisseurs de fer à opposer à ces nouveaux projectiles. Pour éviter les inconvénients des accroissements de poids qui en résultaient pour les navires, on fut conduit à employer des plaques *compound*, c'est-à-dire composées de fer et d'acier relativement durs juxtaposés, obtenues en coulant l'acier liquide sur des plaques de fer convenablement chauffées, et en laminant l'ébauche ainsi constituée. La création d'obus de rupture en acier chromé, forgé et trempé (type Holtzler), entraîna celle des blindages forgés ou laminés en acier doux, puis en acier mi-dur, et enfin en acier au chrome ou au nickel, ce dernier métal ayant la propriété très avantageuse de s'opposer à la propagation des fentes. Pendant ce temps, les progrès de la balistique permettaient d'imprimer aux obus des vitesses plus considérables et, les pénétrations dans les plaques en acier-nickel restant assez fortes, on chercha et on arriva à doter l'une des

faces des blindages d'une croûte très dure, cimentée et trempée, capable de briser la pointe des projectiles. Pour cela, les anciens procédés de cimentation du fer par l'emploi du ciment à l'état solide furent appliqués aux plaques d'acier, d'abord par Harvey, qui traitait la plaque entière une fois laminée, puis à l'usine Carnegie, où, après cimentation, la plaque ébauchée était soumise à un nouveau forgeage ou laminage; enfin, Le Creusot et Krupp pratiquèrent très heureusement la cimentation gazeuse sur l'une des faces de la plaque d'acier au nickel, et leur procédé est maintenant généralement adopté en France et en Angleterre avec quelques légères modifications.

Dans ces dernières années, les perfectionnements n'ont pas été aussi rapides du côté de l'artillerie. On a bien introduit des explosifs puissants dans la chambre des obus, disposés des fusées à l'arrière des projectiles, afin d'en retarder l'éclatement; la question essentielle, et celle-là n'a pas encore été complètement résolue, est de ne laisser se produire l'explosion qu'au moment opportun, c'est-à-dire seulement lorsque, après avoir traversé la plaque sans se briser, le projectile parvient dans les œuvres vives du navire. De cette façon seule on ne perdra rien de l'effet explosif produit. C'est dans ce but que l'amiral russe Makaroff proposa de munir extérieurement l'ogive des obus d'une coiffe qui en protégeait la pointe lors du contact avec la face durcie du blindage. Malheureusement, ce revêtement présente des dangers au tir, nuit aux qualités balistiques du projectile, et ne garantit plus efficacement la pointe dès que l'incidence est légèrement oblique par rapport à l'obstacle, ce qui est le cas général. Si donc l'on fait abstraction des effets formidables obtenus incontestablement avec les obus-torpilles, contre lesquels tous les cuirassements, quels qu'ils soient, demeurèrent impuissants, on constate que les projectiles de rupture n'ont pas encore regagné l'avance que les blindages ont prise sur eux.

Pour que les projectiles puissent traverser intégralement les plaques, malgré la face durcie de ces dernières, il faut que la qualité du métal de l'obus soit telle que la pointe résiste; il faut que la ténacité de tout l'ensemble du projectile soit suffisamment graduée pour qu'il n'y ait pas refoulement du métal et pour que la partie cylindrique arrière s'introduise sans difficulté dans le trou pratiqué par l'ogive. Le métal constituant l'obus Hottler, en acier chromé, indéformable seulement dans le tir contre les plaques en acier doux, est de l'acier au creuset contenant environ 1 à 1,20 % de carbone et 1,80 à 2 % de chrome. On arrivera évidemment encore à l'améliorer en introduisant dans le mélange de nouveaux corps, tels que le tungstène, métal aussi dense que le platine, ou même les anciens éléments : le chrome, le manganèse, mais dans d'autres conditions de teneur, puisque le four électrique rend possible aujourd'hui la préparation de tous ces corps à l'état de pureté absolue. On pressent, d'autre part, combien le chauffage régulier d'un obus est difficile à obtenir, puisque, depuis la pointe jusqu'à la naissance de l'ogive, l'épaisseur varie sans cesse : dans un four ordinaire, la pointe est déjà trop chauffée avant même que la partie cylindrique le soit suffisamment. On aura donc aussi avantage à perfectionner le système de chauffage, de manière à supprimer les séjours prolongés et réitérés dans le four et, par conséquent, toute cristallisation au centre de la masse d'acier, et on recherchera des fours à gaz appropriés, dont le chapeau systématiquement distribuée, pourra se propager d'une façon régulière jusqu'au cœur de la pièce.

Nous relevons, dans le *Stahl und Eisen*¹, la description d'un four à gaz utilisé dans le but que nous venons d'indiquer et qui semble se recommander par sa simplicité et les excellents résultats annoncés. Voici dans quelles conditions cette installation fut faite : Lors de la dernière guerre hispano-américaine, le gouvernement

des Etats-Unis dut s'adresser à l'industrie privée pour se procurer rapidement des canons et des munitions. Plusieurs usines, prises au dépourvu et lancées brusquement dans une fabrication qu'elles ignoraient, furent amenées à trouver des procédés expéditifs et nouveaux. C'est ainsi que la *Driggs Sanbury Gun and Ammunitions Company*, à Derby (Conn.), fit installer, par la *Société de chauffage par le gaz de New-York*, un four à gaz pour chauffer les projectiles avant trempe. Avant d'en décrire le principe, nous rappellerons², avec quelques détails, la marche habituellement suivie en France dans la fabrication des obus forgés en acier chromé.

On coule au creuset des lingots ayant déjà la forme des projectiles avec un excédent de métal de 40 millimètres sur le rayon et surmontés d'une masselotte en sable : après démolage, ces lingots sont maintenus chauds au rouge sombre dans un four à recuire, d'où ils sont repris pour le martelage. Ce travail comporte d'abord l'étirage de la masselotte et sa transformation en queue d'amarrage³, qui servira pour l'étampage; cette dernière opération a lieu en matrices fermées, affectant en creux la demi-forme de l'obus, avec des dégagements à la pointe et un culot pour le métal en excès. Une fois forgés à une dimension déterminée, les projectiles sont recuits au rouge cerise clair, et cette température est maintenue pendant six heures, dans le but de détruire les tensions créées par le forgeage; ce recuit est suivi d'un refroidissement lent. Puis ont lieu le tournage et le forage, travaux d'atelier qui précèdent la trempe. Celle-ci comprend deux opérations successives : la première consiste à plonger complètement le projectile au rouge cerise clair, soit dans l'huile, soit dans le plomb fondu, dont la température est 380° environ, jusqu'à ce que ce dernier liquide prenne la couleur rouge sombre. La pièce est alors retirée et placée sous une couche de froid, où elle se refroidit rapidement. La seconde trempe n'intéresse que la partie ogivale : celle-ci est d'abord polie, puis recouverte par un chapeau qui ménagera le chauffage de la pointe. On chauffe donc seulement l'ogive, tandis qu'un jet de vapeur, placé à l'intérieur de la chambre, permet de limiter l'action du feu. Lorsque la hauteur à chauffer a atteint la température du rouge cerise franc, le projectile est placé verticalement sur un jet de vapeur et coiffé d'un appareil distributeur d'eau qui refroidit l'ogive en commençant par la partie la plus épaisse. Au moment où la partie cylindrique atteint dans le haut la température du peuplier fumant, on supprime le jet de vapeur à l'intérieur de la chambre et on continue à injecter l'eau extérieurement jusqu'à refroidissement complet de la pointe. Dans quelques usines, on termine les opérations par un recuit de la partie cylindrique arrière ou par une trempe partielle au plomb, qui équivaut à un recuit. En résumé, le chauffage pour la trempe exige le passage de l'obus dans deux fours différents dont la fonction n'est pas identique. Voyons comment, d'un seul coup, les Américains pratiquaient ce chauffage dans leur four à gaz (fig. 1 et 2).

Cet appareil est construit en briques réfractaires A maintenues ensemble par des frettes en fer. Le projectile O est suspendu dans l'intérieur au moyen d'un entonnoir qui sert de logement pour la pointe P et la garantit contre le surchauffage. Suivant les besoins, les orifices du fond et du couvercle peuvent être fermés plus ou moins au moyen de registres. Le mélange d'air et de gaz, ce dernier en excès, est soufflé à une faible pression, environ 0,1 atmosphère, par trois orifices pratiqués dans la paroi du four et débouchant tangentiellement à sa surface en R. Il est enflammé par une ouverture spéciale et s'écoule autour du projectile en se dirigeant soit vers le couvercle, soit vers

¹ Voir la *Revue générale des Sciences* du 15 octobre 1895.

² On a quelquefois remplacé cet étréage par le perçage à chaud en bout du lingot d'un trou carré dans lequel on enjamane une barre d'acier qui sert de queue d'amarrage.

³ *Stahl und Eisen* du 1^{er} octobre 1895.

le fond, suivant la position des régulateurs qui s'y trouvent. On a ainsi la possibilité de guider la flamme du côté où le chauffage doit être plus intense, tout en observant les températures par ces lumières. Un ouvrier adroit arrive bientôt à chauffer régulièrement et vite. Quand l'obus est assez chaud, il est soulevé hors du four au moyen du moule et plongé dans un réservoir rempli d'huile placé à proximité, l'enfoncement étant réglé de telle sorte que la pointe se refroidit plus vite que la partie cylindrique et, par cela même, devient plus dure que cette dernière.

Ce dernier procédé, très expéditif, est-il préférable au point de vue qualité des obus à celui qui est généralement employé en France? Qui, si l'on en croit les Américains, il est vrai qu'il y a lieu de faire quelques réserves sur leurs appréciations, un peu trop souvent optimistes. Pour eux, les Wheeler Sterling sont les meilleurs projectiles, parce qu'ils traversent sans se briser les plaques durcies préparées à Bethlehem ou chez Carnegie, alors que des Holtz n'ont pu sans se rompre traverser des plaques françaises de même épaisseur. Ils oublient trop facilement que, pour apprécier

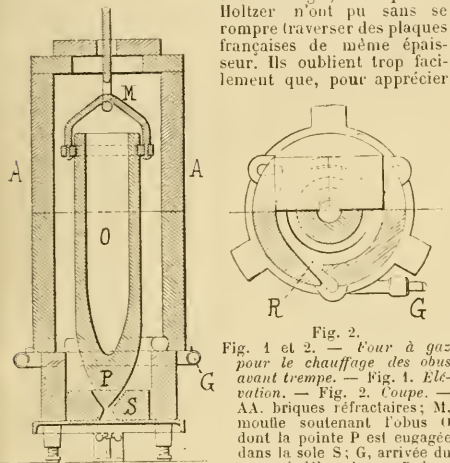


Fig. 1.

Fig. 2.
Fig. 1 et 2. — Four à gaz pour le chauffage des obus avant trempe. — Fig. 1. Elevation. — Fig. 2. Coupe. — AA, briques réfractaires; M, moule soutenant l'obus O dont la pointe P est engagée dans la sole S; G, arrivée du gaz qui débouche en R dans le four.

la valeur relative des plaques ou des projectiles de toutes provenances, il faut tenir compte à la fois des différences de qualité de ces deux éléments et faire intervenir les paramètres λ et μ , caractéristiques variables de la plaque et du projectile, dont le commandant Vallier a démontré l'importance¹. Quel qu'il en soit, un chauffage progressif, systématique, rapide, facile à surveiller, ne peut être que très favorable au traitement des obus, et les améliorations dans ce sens ne doivent pas être négligées, puisqu'il ressort des guerres récentes que le résultat d'une action navale dépend de l'artillerie et, avant tout, du projectile. **Emile Demenège,**

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

§ 3. — Géographie et Colonisation

Haut-Oubangui, Bahr-el-Ghazal et Haut-Nil. — Du M'Bomou au Nil Blanc s'étend une immense région qui, avant le passage des missions Liotard et Marchand, était très mal connue ou même inexplorée dans beaucoup de ses parties. Au nord du M'Bomou qui, on le sait, forme l'Oubangui par sa réunion avec l'Ouellé, la contrée du Haut-Oubangui est arrosée par des cours d'eau qui viennent du nord et du nord-est et

qui, par le M'Bomou, sont tributaires du Congo. Un haut plateau de 400 à 500 mètres d'altitude sépare les eaux qui vont au Congo de celles qui s'écoulent, vers le nord et l'est, dans la direction du Nil, à travers les savanes et les marécages du Bahr-el-Ghazal (fig. 1, page 804).

Schweinfurt rattachait encore le M'Bomou au Bahr-el-Ghazal. Après lui, le Dr Potagos, venu du Dar-Four, arriva en 1876 à la Zériba de Rafai, mais sa relation est confuse et ses erreurs sont fréquentes. Ce fut Junker qui, en 1883, ayant traversé le territoire des chefs Semio et Rafai, traça le véritable cours du M'Bomou et reconnut la ligne de faite du versant du Nil. Van Gèle, en 1887-1888, explora le M'Bomou inférieur, qui est aujourd'hui mieux connu par les levés multiples des officiers belges et français. Le lieutenant de La Kéthulle qui a, de 1891 à 1894, exploré toute la région comprise entre l'Ouellé et le Dar-Four, a remonté le Chinko, affluent du M'Bomou et déterminé avec précision la ligne de partage des eaux du Congo et du Nil.

Depuis le traité du 14 août 1894, le M'Bomou est devenu la frontière septentrionale de l'Etat du Congo. C'est ce qui a permis aux Français de reprendre aux Belges les postes que ceux-ci avaient fondés au nord de ce fleuve, Bangasso, Rafai, Semio. Les populations du vaste bassin du Ouellé-Oubangui forment la transition entre les Nigritiens et les Bantous, principalement sur la faite de partage entre les eaux du Congo et celle du Nil. Les principales sont les Momboutou, puis, à l'ouest et au nord-ouest de ceux-ci, les Niam-Niam ou Zandé, cultivateurs et chasseurs.

Lorsqu'on franchit la ligne de faite du bassin du Congo, on pénètre dans le Bahr-el-Ghazal. Ce pays a été parcouru par les frères Poncet (1837), John Petherick, Horatio Antinori (1860-1861), Piaggia (1860-1865), Théodore de Heuglin (1863), Schweinfurt (1869-1870), Ernest Marno (1870-1872), Junker (1877-1878).

Là, des rivières nombreuses, descendant du versant nord, vont toutes unir leurs eaux dans le fleuve qui a donné son nom au pays, le Bahr-el-Ghazal, ou fleuve des Gazelles; ce faisceau de rivières, en forme d'éventail, est la contre-partie des affluents de l'Ouellé, orientés en sens inverse. Le Bahr-el-Ghazal va se perdre dans le lac Nô, et tombe là dans le Nil Blanc, ou Bahr-el-Abiad, appelé en amont de ce point Bahr-el-Gebel. Les principaux fleuves qui forment par leur réunion le Bahr-el-Ghazal sont le Tondj, appelé ensuite le Djour, le Molmoul et le Soueh, ce dernier grossi de la Ouaua. Leur confluent est vers Meschra-er-Rek. Puis, le fleuve des Gazelles reçoit à droite le Nam-Djaou et le Nam-Rohi, à gauche le Borou ou Bahr-el-Homr, puis le Bahr-el-Arab.

Cette vaste région, sillonnée de cours d'eau, ne présente pas partout le même aspect. Près du bassin du Congo, ce sont des prairies avec des bouquets de bois qui dominent; c'est la zone la plus fertile et la plus peuplée. Plus loin, on trouve des savanes, couvertes de hautes herbes et de fourrés où vivent de grands troupeaux d'animaux domestiques et d'animaux sauvages. Les éléphants y sont nombreux. Enfin au delà, jusqu'au Bahr-el-Arab, c'est le marais avec ses papyrus, ses barages d'herbes, ses végétaux flottants.

Le Bahr-el-Ghazal, sorte de canal d'écoulement de toutes les eaux de la région, a des profondeurs de six à huit mètres; les vapeurs peuvent généralement remonter du Nil à Meschra-er-Rek en toute saison. Cependant la barrière de végétation est quelquefois très épaisse. En 1863, M^{re} Tinné s'était trouvée arrêtée ainsi au confluent du Bahr-el-Ghazal et du Bahr-el-Arab; Baker avait rencontré le même obstacle en 1870 et, en 1880, la flotte de Gessi fut, pendant trois mois, retenue prisonnière par ce barrage.

Les principales populations du Bahr-el-Ghazal sont les Mittoos, les Bongos et les Djours, plus haut les Dinkas, cultivateurs et porteurs, enfin, les Nouers, tribus guerrières et redoutées de leurs voisins, entre le Bahr-el-Ghazal et le Bahr-el-Gebel.

Les indigènes noirs ont pu rester maîtres du pays;

¹ E. VALLIER : Cuirassés et projectiles de marine. *Encyclopédie Léauté*.

ils n'en ont pas été repoussés par les envahisseurs arabes ou musulmans. Cependant un commis d'un marchand de Khartoum, Ziber Rahama, avait tenté d'y fonder un Etat. En 1869, Schweinfurth le vit dans sa capitale à laquelle il avait donné son nom, Dem-Ziber. L'Egypte avait envoyé un corps de troupe contre lui en 1870; Ziber le battit, et fut condamné par contumace. Il tenta d'obtenir sa grâce en offrant de gouverner le pays pour le khédivé; mais on le retint au Caire et on envoya au Bahr-el-Ghazal l'Italien Gessi, plus tard remplacé par l'Anglais Lupton.

Slatin-Pacha, qui fut gouverneur du Dar-Four en 1879 et qui resta prisonnier du Mahdi de 1883 à 1895, considère le sol du Bahr-el-Ghazal comme excessivement fertile. « Le sol, dit-il, est extraordinairement bon et productif; il y a principalement une grande quantité de cotonniers et d'arbres à caoutchouc. D'immenses troupeaux trouvent une nourriture abondante dans les vallées où croît une herbe succulente. La population peut bien s'élever à 5 ou 6 millions d'âmes, de nature guerrière, capables de faire de bons soldats. »

Le lieutenant belge Colmant, qui a exploré la région de Dem-Ziber en décembre 1894, dit qu'à un milieu des herbes en friche se trouvent des palmiers du genre borassus, des citronniers, des cactus, des papayers. Les éléphants y prennent leurs ébats dans les ruisseaux fangeux. Comme oiseaux, il y a des merles, des pintades, des ramiers, des milans.

Le Bahr-el-Arab marque à peu près au nord la limite du pays appelé Bahr-el-Ghazal. Il sépare en même temps deux zones climatiques très différentes. Au nord du Bahr-el-Arab s'étendent les steppes des pasteurs Baggara. Cette grande rivière vient de l'ouest; elle descend du Dar-Fertit, où les affluents du Chari pren-

nent leur source et où se trouvent les mines de cuivre célèbres de Hofrah-en-Nahas.

Il y a un siècle, le Bahr-el-Arab avait été marqué vaguement par Browne sur sa carte; plus tard, il a été franchi par le missionnaire Felkin, par le colonel Purdy (1876), puis par Gessi (1897). Le Dr Potagos était passé aussi à Hofrah-en-Nahas. M. de La Kéthulle a relevé le cours de l'Adda, branche supérieure du Bahr-el-Arab, et envoyé une partie de ses hommes occuper les mines de Hofrah-en-Nahas.

Sur la rive gauche, le Bahr-el-Arab ne reçoit que quelques torrents, à sec une partie de l'année, qui descendent des steppes de mimosas et de broussailles épineuses. Les affluents de la rive droite sont plus nombreux, mais leurs cours sont mal connus.

Après s'être grossi du Bahr-el-Ghazal, le Nil Blanc reçoit à droite le Sobat, formé de rivières dont plusieurs descendent de l'Abyssinie; c'est au confluent de l'une d'elles, le Baro, et du Djouba, ou Sobat supérieur, que la mission de Bonchamps s'est trouvée arrêtée par un grand lac bordé de marais.

A une centaine de kilomètres du Sobat, sur le 10° parallèle, est installée Fachoda, où est parvenu le commandant Marchand.

Schweinfurth était passé à Fachoda en 1869. Avant l'insurrection maldiste, c'était le

chef-lieu d'une province du Soudan et la résidence d'un gouverneur. Casati, qui vit cette ville en 1880, dit que le climat est insalubre et que les fièvres paludéennes y font de nombreuses victimes, surtout pendant la saison des pluies. Le pays qui entoure Fachoda est habité par les Chillouks, peuple noir qui a longtemps résisté aux conquérants égyptiens et ne s'est soumis qu'en 1880. Khartoum est à près de 600 kilomètres au nord de Fachoda.

Gustave Regelsperger.



Fig. 1. — Carte des régions du Bahr-el-Ghazal et du Haut-Nil.

LE TRAVAIL ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX

Bien que la découverte des effets calorifiques du courant électrique ait suivi de près la découverte du courant électrique lui-même, ce n'est que tout récemment que l'on a commencé à utiliser dans l'industrie l'électricité comme source de chaleur.

Les premières applications des effets calorifiques des courants sont cependant assez anciennes; sans remonter jusqu'aux expériences de Davy et de Grove, dans lesquelles le courant agissait à la fois comme producteur de chaleur et par électrolyse, on voit, dès 1840, le colonel anglais Pasley produire par l'électricité l'inflammation de torpilles en rade de Spithead. Mais, pendant longtemps,

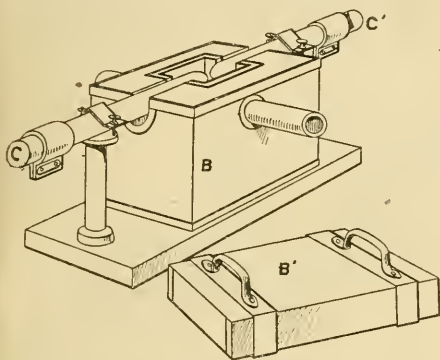


Fig. 1. — Four électrique de M. Moissan. — B, B', briques de chaux; C, C', charbons recevant le courant.

l'explosion de mines ou de torpilles par l'étincelle électrique ou par un fil porté au rouge sous l'action d'un courant, l'allumage à distance de becs de gaz ou l'inflammation de briquets électriques, l'emploi en chirurgie d'un fil de platine incandescent comme moyen de section ou de cauterisation, ont été les seules applications de la transformation de l'énergie électrique en chaleur.

Quand l'invention des machines dynamo-électriques eut permis d'obtenir facilement l'arc voltaïque, on en chercha tout d'abord l'utilisation dans les laboratoires. On reconnut que l'on pouvait obtenir la fusion de tous les métaux, même le platine, en interposant quelques parcelles de métal entre les deux charbons donnant naissance à l'arc électrique. Pour obtenir plus facilement la fusion des métaux, Siemens fit jaillir l'arc entre un crayon de charbon relié au pôle négatif d'une dynamo à courants continus et un creuset en graphite relié au pôle positif. L'expérience a

été reprise par de Méritens qui a constitué l'électrode positive par le métal même dont on veut obtenir la fusion.

C'est M. Moissan qui a créé le four électrique proprement dit (fig. 1 et 2) dans lequel l'électricité agit uniquement comme source de chaleur sans donner naissance à aucune action électrolytique : l'arc est produit à l'intérieur d'une chambre formée de deux briques de chaux BB' appliquées l'une sur l'autre. Les électrodes CC' pénètrent à l'intérieur par deux rainures; au-dessous de l'arc, une cavité ménagée dans la brique inférieure sert de creuset.

Cette disposition, qui a permis d'atteindre à peu près la température de vaporisation du charbon, soit près de 3.500°, a servi de disposition type pour les fours électriques qui servent à la prépa-

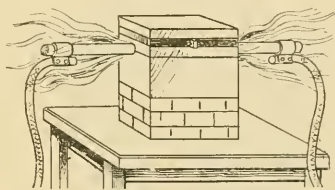


Fig. 2. — Four électrique en marche.

ration du carbure de calcium pour l'acétylène.

L'emploi de l'électricité est maintenant répandu dans plusieurs industries métallurgiques; le plus souvent l'électricité agit alors à la fois comme source de chaleur et par électrolyse.

L'emploi industriel de l'électricité comme moyen de chauffage est plus récent; c'est le seul côté de la question que nous nous proposons d'examiner ici : nous passerons en revue les principaux procédés électriques qui ont été imaginés pour porter les métaux à une température élevée en vue des opérations de soudure, forgeage, trempe ou recuit.

Quand on emploie l'électricité comme source de chaleur, on peut utiliser pour la production des calories : 1° soit l'arc électrique, le métal à travailler formant ou non une des électrodes; 2° soit le courant lui-même. Dans ce dernier cas, la pièce peut être laissée en dehors du circuit, et chauffée simplement par le rayonnement d'un fil porté au rouge, ou, ce qui est le cas le plus fréquent, la pièce à travailler peut être intercalée dans le circuit : l'échauffement est alors produit soit à la surface de la pièce à travailler par l'interposition, en ce point, d'une substance mauvaise conductrice, ou par toute cause produisant une augmentation de

chaîne, et quand les briques sont portées au rouge blanc on promène la boîte sur les objets à travailler.

§ 3. — Chalumeau électrique.

Dans le chalumeau électrique, ou *appareil à braser*, du Dr H. Zerener (fig. 5), on utilise directement la flamme de l'arc comme source de chaleur. L'arc A jaillit entre deux charbons CC', disposés en V, et se trouve dirigé sur la pièce à travailler par l'influence d'un champ magnétique créé par un électro-aimant SS. Quelquefois l'arc, au lieu d'agir directement sur la pièce, est utilisé pour chauffer un fer à souder fixé au chalumeau et avec lequel on pourra faire les soudures comme avec un fer ordinaire. Pour les petites soudures, un courant de 20 ampères avec une différence de potentiel de 85 volts est suffisant. Dans ces petits appareils, le réglage des charbons est fait le plus souvent à la main.

Pour les appareils de plus grande importance,

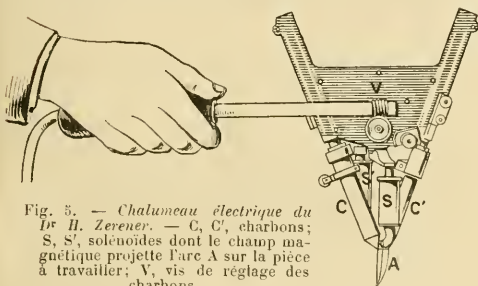


Fig. 5. — Chalumeau électrique du Dr H. Zerener. — C, C', charbons; S, S', solénoïdes dont le champ magnétique projette l'arc A sur la pièce à travailler; V, vis de réglage des charbons.

dans lesquels les intensités de courant varient de 35 jusqu'à 250 ampères, le mouvement des charbons est obtenu par un régulateur (fig. 6).

Le procédé du chalumeau électrique est assez employé en Angleterre; on s'en sert pour braser des cadres de bicyclettes, pour souder des tubes d'acier, des tôles épaisses (15 millimètres), pour réparer des tôles de chaudières, etc.

Le chalumeau électrique présente l'avantage d'être très maniable, léger et peu encombrant; il donne une température très élevée en un point bien déterminé. Il paraît susceptible de remplacer avantageusement, même, en maintes circonstances, au point de vue économique, le chalumeau à gaz hydrogène et oxygène.

II. — CHAUFFAGE PAR L'ARC ÉLECTRIQUE JAILLISSANT ENTRE UNE ÉLECTRODE DE CHARBON ET LA PIÈCE À TRAVAILLER.

Le premier de tous les systèmes de soudure électrique qui ait été employé est le système Bernardos, qui consiste à faire jaillir l'arc entre un charbon

qui forme généralement l'électrode négative et le métal à souder qui forme l'électrode positive.

§ 1. — Système Bernardos.

Le charbon, qui forme, dans le système Bernardos, le « fer à souder électrique », est monté sur un manche tenu à la main. Un écran protège la main de l'ouvrier contre le rayonnement de l'arc. Il est nécessaire que l'opérateur ait également la figure protégée, par suite des dangers d'insolation; des verres rouges et bleus protègent les yeux.

Diverses installations pour la soudure par le système Bernardos ont été faites en Angleterre. Le procédé a été expérimenté à Sheffield pour la soudure de tôles de chaudières. Deux tôles d'un centimètre d'épaisseur ont été soudées en une heure

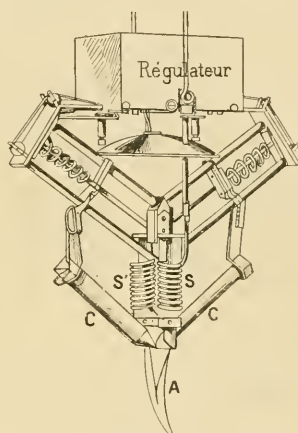


Fig. 6. — Chalumeau électrique du Dr H. Zerener (appareil à régulateur automatique). — C, C', charbons; S, S', solénoïdes; A, arc.

et demie environ sur une longueur de 2^m,50 en dix chaudes successives. La différence de potentiel entre les charbons était d'environ 80 volts.

Le procédé est également employé à Newburn chez MM. Spencer et C^{ie} et chez MM. Lloyd et Lloyd à Birmingham. Dans ces derniers ateliers, l'installation comprend une machine de 100 chevaux, actionnant 4 dynamos donnant un courant de 500 ampères sous 150 volts. Dans le circuit sont intercalés des accumulateurs permettant de maintenir constant le débit des dynamos et d'obtenir, en cas de besoin, jusqu'à 1.500 ampères dans le circuit des appareils à souder. Pour les opérations courantes, un débit maximum de 300 ampères sous une différence de potentiel de 90 à 100 volts est généralement suffisant. Des résistances sont intercalées pour chacun des appareils à souder, et font tomber le voltage d'environ 30 % en vue d'obtenir la sta-

bilité de l'arc. Pour opérer la soudure dans de bonnes conditions, l'arc doit avoir une longueur de 8 à 15 centimètres. Malgré les analogies de forme avec le fer à souder, l'appareil Bernardos agit donc plutôt comme un puissant chalumeau dont la flamme est projetée sur la pièce à travailler.

Le procédé Bernardos peut rendre de précieux

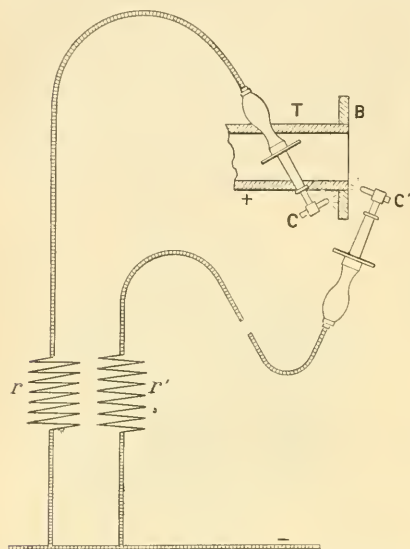


Fig. 7. — Soudure d'une bride par le procédé Bernardos. — C, C', charbons reliés au pôle négatif; r, r', résistances; T, tuyau relié au pôle positif; B, bride.

services dans certains cas spéciaux. En particulier, il a été employé pour remettre en état les pièces de fonte défectueuses en faisant disparaître les soufflures. L'opération ne présente pas de difficultés; la seule précaution à signaler, pour éviter les craques, est de chauffer préalablement la fonte au rouge sombre par un foyer ordinaire; on agit ensuite avec l'arc, la fonte formant le pôle positif. Une autre application du procédé Bernardos est la soudure de plaques préalablement rivées. Si l'épaisseur du métal est faible, l'arc suffit à lui seul sans autre source de chaleur. Il n'en est plus de même pour les pièces épaisses pour lesquelles la chaleur de l'arc ne se localise pas aussi facilement. On a employé le procédé Bernardos pour souder des tubulures, des réservoirs d'air pour les freins Westinghouse, etc. Le procédé peut aussi être utile pour la réparation des chaudières, et permettre de boucher des fissures de tôles en y coulant du métal fondu. On peut l'employer également pour souder des dents d'engrenages, des ailes d'hélices

en acier, des brides de tuyautage (fig. 7), etc.

Le système Bernardos a été perfectionné par M. Howard : le charbon, au lieu d'être tenu à la main, est fixé à un support qui le maintient à une distance fixe de l'objet à travailler. Les déplacements du charbon sont obtenus par l'intermédiaire d'un petit électromoteur.

§ 2. — Procédé de soudure des fils de cuivre.

L'arc électrique permet de souder d'une façon très simple deux fils de cuivre bout à bout. Il suffit d'appliquer l'un contre l'autre les deux bouts à souder, de mettre les fils en communication avec une source d'électricité à un voltage d'environ 50 volts, et de les séparer ensuite pour faire jaillir l'arc. Quand les deux bouts sont au rouge blanc, on les rapproche rapidement, et on laisse refroidir. On peut souder par ce procédé les fils de platine aux fils de cuivre dans la fabrication des lampes à incandescence.

III. — CHAUFFAGE PAR RAYONNEMENT D'UN FIL PORTÉ AU ROUGE.

Le procédé de chauffage par rayonnement d'un fil porté au rouge ne peut naturellement être employé que pour de menus travaux; il peut rendre des services pour la soudure de très petites pièces, pour des travaux délicats d'orfèvrerie par exemple.

La figure 8 représente, à titre d'exemple, une installation pour la soudure d'ornements métalliques sur des boîtiers de montre, suivant le procédé Ries. Le courant passe dans de petites spirales en fil de platine situées chacune sous un boîtier de montre sur lequel on place les ornements

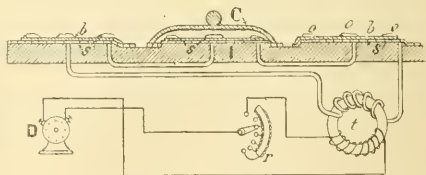


Fig. 8. — Radiateur Ries. — D, dynamo; r, rhéostat; t, transformateur; s, s, spirales de platine; b, b, boîtiers; o, o, ornements métalliques à souder; C, cloche préservant les boîtiers de l'air.

métalliques que l'on veut souder. Chaque boîtier est recouvert par une petite cloche qui concentre la chaleur et isole le boîtier de l'air environnant.

On peut employer les courants continus ou alternatifs; un rhéostat permet de régler l'intensité du courant et, par suite, la température.

IV. — CHAUFFAGE A LA SURFACE DE LA PIÈCE PAR LE PASSAGE D'UN COURANT.

La pièce à chauffer peut être intercalée dans le circuit du courant électrique. Si, par un moyen quelconque, on produit une augmentation de résistance à la surface, il y aura sur cette surface production de chaleur; la chaleur produite se répandra par conductibilité dans tout le corps de la pièce.

§ 1. — Procédé électrohydrothermique de MM. Lagrange, Hoho et Julien.

C'est ce principe qui est appliqué dans le curieux procédé de MM. Lagrange, Hoho et Julien. La barre à chauffer, reliée au pôle négatif d'une dynamo à courants continus, est plongée dans de l'eau acidulée; une plaque de plomb, mise également dans l'eau, est en communication avec le pôle positif de la dynamo et forme la seconde électrode. Sous l'action du courant, la barre de fer se recouvre d'une couche d'hydrogène. Il en résulte une augmentation de résistance tout autour de la barre et un fort échauffement du métal, qui se trouve rapidement porté au rouge blanc si l'intensité du courant est suffisante. La barre est au milieu d'une atmosphère réductrice et conserve une surface bien nette, exempte d'impureté.

Le procédé peut être utilisé pour les opérations de trempe. En interrompant le courant, on produira le refroidissement brusque de métal sous l'action de l'eau environnante.

§ 2. — Creuset Bernardos.

La résistance offerte au courant par un métal en grenaille peut être utilisée pour obtenir la fusion de ce métal. C'est le principe du creuset Bernardos, formé de parois réfractaires et rempli de métal en grenaille ou de brasure (fig. 9). Le courant est amené par deux plaques P fixées aux parois latérales du creuset; une lame réfractaire E force le courant à passer par la partie inférieure; le fond du creuset est percé d'un orifice o par lequel s'écoule le métal fondu. On déplace devant cet orifice la pièce qui doit recevoir le métal en fusion ou la brasure.

Fig. 9. — Creuset Bernardos. — C, creuset; P, P', plaques métalliques amenant le courant; E, écran réfractaire; o, orifice de coulée.

Nous ne ferons que mentionner les fours Faure, Cowle, analogues en principe au creuset Bernardos.

V. — CHAUFFAGE DANS LE CORPS MÊME DE LA PIÈCE SOUS L'EFFET DU COURANT ÉLECTRIQUE.

Le procédé de chauffage électrique le plus rationnel, et qui semble *a priori* devoir être le plus avantageux, est évidemment celui qui consiste à faire passer le courant dans le corps même de la pièce dont la résistance électrique produit l'échauffement cherché.

Par cette méthode, l'énergie correspondant au passage du courant dans la pièce est tout entière transformée en chaleur, suivant la loi de Joule, et en chaleur directement utilisée pour l'élévation de température. Les pertes correspondent uniquement à la résistance du circuit en dehors de la pièce que l'on veut chauffer et aux effets de rayonnement et conductibilité de la pièce elle-même.

§ 1. — Forge à l'étaupe Angell et Burton.

Dans la forge à l'étaupe Angell et Burton, la barre à étamer est conduite sous le marteau par

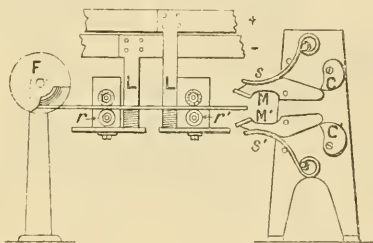


Fig. 10. — Forge continue avec étampe à mâchoires Angell et Burton. — F, fil; r, r', rouleaux d'entraînement; L, L', lames conductrices; M, M', mâchoires; s, s', ressorts; C, C', cames.

un laminoin. Elle passe entre deux paires de rouleaux reliées chacune à l'un des pôles d'une dynamo, et se trouve ainsi chauffée sous l'action du courant de cette dynamo immédiatement avant son passage à l'étampe.

La figure 10 représente une autre disposition, analogue à la précédente et employée plus spécialement pour la fabrication à l'étampe des clous. Le fil de fer F se dévide sous l'action des rouleaux r, r'; il est chauffé par le courant amené par les barres L, L' et étampé à la forme voulue par les mâchoires M, M'. Ces dernières sont pressées par les ressorts s et s' et soulevées, pour permettre au fil de s'engager entre elles, par les cames C et C'.

Nous ne donnons, bien entendu, que les dispositions d'ensemble de ces appareils, sans insister sur les dispositifs de détail, faciles d'ailleurs à concevoir, qui permettent aux barres ou aux fils d'avancer de la quantité voulue entre chaque opération d'étampage.

§ 2. — Procédé Thomson.

Les applications les plus importantes de l'électricité au travail des métaux sont dues à la Compagnie américaine de soudure électrique par le procédé Thomson (Thomson Electric Welding Co.).

Ce procédé a été employé en Amérique pour les travaux les plus divers ; pour chaque genre de travail, la Compagnie Thomson a créé des types de machines spéciaux, qui ont permis d'obtenir dans chaque cas particulier une exécution rapide et économique.

Aussi, ce procédé s'est-il rapidement placé au premier rang pour le nombre et la variété de ses applications industrielles.

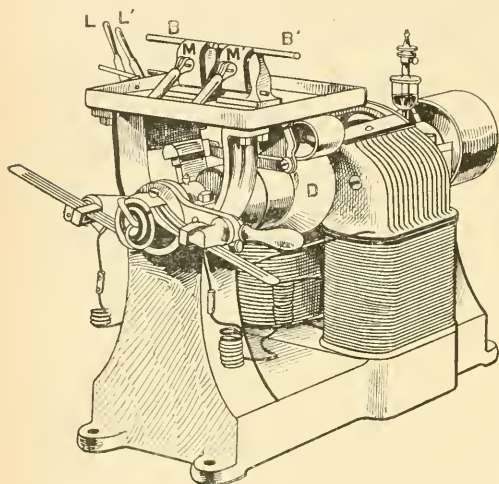


Fig. 11. — Appareil direct pour soudure électrique par le procédé Thomson. — D, dynamo ; M, M', mâchoires reliées aux deux pôles de la dynamo et tenant les barres à souder BB' ; L, L', leviers de manœuvre. — Cet appareil est utilisé pour de menus travaux, par exemple pour la confection de bandages de petites voitures d'enfants.

Le procédé Thomson pour la soudure électrique consiste à faire passer un courant électrique de grande intensité à travers les pièces à souder, fortement appliquées l'une contre l'autre. Les pièces sont tenues par deux mâchoires en métal bon conducteur, généralement en cuivre, qui amènent le courant et transmettent aux pièces une pression mécanique ou hydraulique. Les seules causes de perte d'énergie sont les pertes dans la génératrice et dans la machine à souder, les pertes par rayonnement et les pertes par conductibilité des pièces travaillées. Ces dernières seules sont de quelque importance, et il est possible de les réduire notablement en activant l'opération.

Les appareils employés comprennent le plus souvent :

Une génératrice à courants alternatifs ;

Un transformateur pour soudure électrique avec contacts spéciaux et dispositifs mécaniques pour appliquer l'une contre l'autre les pièces à souder ;

Un rhéostat pour le réglage du courant.

Les génératrices employées sont de préférence à alternances peu rapides, 50 cycles par seconde au maximum.

Pour les travaux importants, il y a même avantage à descendre à 20 ou 30 cycles par seconde, en vue de réduire autant que possible l'importance des effets de self-induction. On peut se rendre compte de l'importance que peuvent prendre ces effets en notant que, pour la soudure du cuivre, on emploie des courants allant jusqu'à 10.000 ampères par centimètre carré. Le voltage et le nombre des alternances des génératrices varient suivant les types ; ces génératrices ne présentent aucune particularité spéciale et sont analogues à celles qui servent pour la lumière électrique. Elles peuvent d'ailleurs être employées pour cet usage.

Quelquefois, quand il s'agit de menus travaux, le courant alternatif produit par la dynamo est directement conduit aux pièces à souder, sans interposition de transformateur. Les contacts et les leviers qui permettent d'appliquer les deux pièces l'une contre l'autre sont disposés sur le bâti de la dynamo (fig. 11).

Généralement on a recours à un transformateur ; un courant de haut voltage et de faible intensité est produit dans la dynamo, amené par des conducteurs jusqu'aux divers appareils à souder, et transformé dans chacun d'eux en un courant de faible voltage et de grande intensité (fig. 12).

Pour les petites applications, l'appareil à souder est composé de deux transformateurs disposés à côté l'un de l'autre et formés chacun d'une boîte en cuivre B à l'intérieur de laquelle on dispose le circuit primaire parcouru par le courant de la dynamo.

Le circuit secondaire est constitué par la boîte elle-même ; il est interrompu à une coupure I remplie de matières isolantes ; le circuit est fermé par les pièces à souder PP maintenues dans les mâchoires MM qui glissent sur une table solidaire des transformateurs ; des feuilles de tôle vernies T, empilées les unes à côté des autres, augmentent l'intensité du champ magnétique.

Pour les appareils un peu puissants, il est nécessaire de refroidir intérieurement par une circulation d'eau les mâchoires en cuivre qui amènent le courant aux pièces à souder.

Pour les grands appareils, les dispositions de détail sont différentes : les deux moitiés du trans-

formateur sont assemblées l'une contre l'autre, les évidements formant une chambre intérieure dans laquelle est logé le circuit primaire.

Ce dernier se trouve ainsi complètement protégé, à l'abri des chocs et des intempéries.

La chambre est remplie le plus souvent d'une huile qui complète l'isolement du circuit primaire tout en laissant librement la chaleur s'échapper par les parois du transformateur.

Ces dispositions d'ensemble sont, en particulier, celles qui ont été adoptées pour les appareils à souder les rails des tramways électriques et pour les appareils à desharveyer les plaques de blindage.

Pour régler l'intensité du courant, on a simplement recours à des rhéostats : ceux-ci peuvent être intercalés soit dans le circuit primaire du trans-

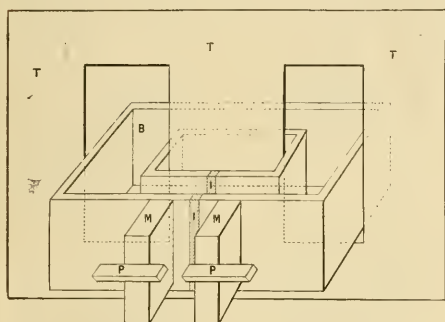


Fig. 12. — Schéma de la disposition d'ensemble d'un transformateur. — B, boîte en cuivre à l'intérieur de laquelle est disposé le circuit primaire (non représenté). Le transformateur comporte généralement deux boîtes identiques. Dans les grands appareils, ces deux boîtes sont appliquées l'une contre l'autre de façon à former une chambre intérieure complètement fermée. L, matière isolante; M, M, mâchoires mobiles tenant les pièces à souder P, P; T, feuillets de tôle formant circuit magnétique (la figure représente une seule de ces tôles). La figure 18 donne la vue extérieure d'un transformateur construit sur ce modèle.

formateur, soit dans le circuit inducteur de la dynamo génératrice.

L'énergie à fournir en watts pour obtenir la soudure d'une barre dépend à la fois de la nature du métal et de la section de la barre. La durée de l'opération dépend de la puissance dont on dispose : plus cette puissance est grande, plus la durée de l'opération est courte. Il y a avantage à souder rapidement les métaux qui se décomposent à haute température ou qui sont facilement fusibles, comme le cuivre, le bronze, l'acier à outils. D'un autre côté, la rapidité de l'opération correspond à une plus grande production; aussi, malgré l'augmentation du prix qui en résulte, les installations pour la soudure électrique sont-elles le plus souvent établies avec des machines relativement puissantes.

D'après les renseignements fournis par la Thomson Electric Welding Co, il faut compter en moyenne 2.000 kilogrammètres, soit, en chiffres ronds, un demi-cheval-minute, pour porter à la température de soudure 1 centimètre cube de fer, cuivre ou bronze. Le chiffre est à peu près le même pour les trois métaux, à condition toutefois d'opérer rapidement, et, par suite, avec des appareils puissants, pour les métaux bons conducteurs, afin d'éviter les pertes par conductibilité. Si les pièces sont relativement courtes et larges, ce qui diminue la résistance électrique aux contacts, le chiffre précédent peut se trouver doublé.

Pour chauffer des tiges de fer ou d'acier, en vue des opérations de forge, il faut compter environ 0,2 à 0,3 cheval-minute, soit 900 à 1.350 kilogrammètres par centimètre cube pour le rouge naissant et environ le double pour le rouge blanc.

Pour les opérations de soudure, les barres sont serrées entre des mâchoires distantes généralement de deux fois et demie le diamètre pour le fer, trois fois le diamètre pour le bronze, et quatre fois le diamètre pour le cuivre. Dans ces conditions, l'énergie à dépenser pour la soudure serait, d'après les renseignements fournis par la Thomson Electric Welding Co, donnée par le tableau 1 (page 812).

Il résulterait d'expériences calorimétriques que l'on utilise environ 75 % de l'énergie du courant passant par les contacts; les 25 % non utilisés correspondent aux pertes par conductibilité du métal et aux pertes par rayonnement. Les pertes correspondant au rendement de la dynamo et du transformateur et les pertes dans le circuit primaire pouvant être assez faibles, on conçoit que la dépense de combustible pour la soudure par le procédé électrique puisse ne pas être supérieure à la dépense de charbon nécessitée par le même travail exécuté à un feu de forge ordinaire. Il y aurait même économie de charbon dans le cas du procédé électrique quand le travail n'est pas continu. Dans ce dernier cas, l'économie peut être notable si le courant est fourni par une station centrale.

§ 3. — Applications diverses du procédé de soudure électrique Thomson.

Les tréfileries en Amérique reconnaissent vite les avantages qu'elles pouvaient retirer de l'emploi des appareils Thomson, soit pour utiliser des bouts de fils, soit pour satisfaire à la demande de câbles de très grande longueur.

Les appareils employés dans ce but sont des machines automatiques ne nécessitant aucun apprentissage spécial de la part de l'opérateur. Des butoirs, dont on peut régler une fois pour toutes la position, permettent de placer les contacts à la distance voulue. La pression est donnée par des poids; la

rupture du courant se produit automatiquement par le jeu d'une armature d'électro-aimant.

Des machines analogues sont employées pour souder des boucles en fil de cuivre, des anneaux de harnais, etc.

La production journalière par journée de dix heures atteint 1.000 et même 3.000 soudures par appareil.

En carrosserie, le procédé Thomson peut être employé avantageusement.

Les bandages, les ferrures des traits, les marche-

Tableau I. — Énergie dépensée dans la soudure électrique.

SECTION en centimètres carrés	WATTS dans le circuit primaire	TEMPS en secondes	PUISSANCE en chevaux absorbée par la dynamo	KILOGRAM- MÈTRES pour la soudure	KILOGRAMMÈTRES par centimètre carré de barre soudée
BARRES DE FER OU D'ACIER					
3,22	8.550	33	11,4	36.000	11.200
6,45	16.700	45	28	95.000	14.700
9,67	23.500	55	39,4	165.000	17.100
12,9	29.600	65	48,6	238.000	18.400
16,12	34.600	70	57	304.000	18.900
19,35	39.000	78	65,4	386.000	20.000
22,59	41.000	85	73,7	475.000	21.600
25,8	50.000	90	83,8	574.000	22.000
BARRES DE BRONZE					
1,61	7.500	17	12,6	16.200	10.100
3,22	13.500	22	22,6	39.000	12.000
4,84	19.000	29	31,8	70.000	14.400
6,45	25.000	33	42	105.000	16.300
8,06	31.000	38	52	150.000	18.600
9,67	36.000	42	60,3	192.000	19.800
11,29	40.000	45	67	229.000	20.200
12,9	41.000	48	73,7	267.000	20.600
BARRES DE CUIVRE					
0,81	6.000	8	10	6.000	7.500
1,61	11.000	11	23,4	19.600	12.200
2,41	19.000	13	31,8	31.500	13.000
3,22	25.000	16	42	51.000	15.800
4,03	31.000	18	51,9	71.000	17.600
4,84	36.500	21	61,2	97.500	20.100
5,64	43.000	22	72,9	122.000	21.600
6,45	49.000	23	82,1	143.000	22.200

pieds, les essieux peuvent être soudés par ce procédé.

La figure 11 montre un appareil direct sans transformateur, employé pour la confection de bandages de petites voitures d'enfant. La production peut atteindre 2.000 bandages par journée de dix heures.

Pour souder les essieux de voitures, on fait usage d'appareils de grande dimension, dans lesquels le serrage dans les mâchoires et la pression des deux pièces l'une contre l'autre sont obtenus hydrauliquement, dispensant l'opérateur de presque tout travail manuel.

Le procédé Thomson a permis d'employer de

nouveaux moyens de fabrication pour les roues métalliques.

A l'aide de machines spéciales, on peut souder les rayons à la jante ; quant au moyeu, il est formé de deux pièces soudées entre lesquelles sont prises les extrémités des rayons.

La « Standard Tool Company », de Cleveland, a également utilisé le procédé Thomson pour fabriquer économiquement différents outils.

La partie travaillante seule est faite d'acier spécial pour outils ; le fût est formé d'acier ordinaire, les deux parties sont soudées électriquement. Il y a non seulement économie de prix de revient, mais meilleure qualité de l'outil dont le corps est moins cassant. Le procédé est appliqué en grand, par exemple, pour la confection de forets hélicoïdaux. Des outils de cette nature seraient difficilement obtenus par les procédés ordinaires de soudure.

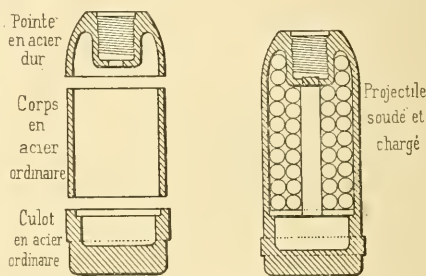


Fig. 13. — Fabrication d'obus soudés par le procédé Thomson.

1. *Soudure des projectiles.* — Le même principe a été appliqué par une compagnie américaine, « American Projectile Company », qui s'est spécialement constituée dans le but d'appliquer le procédé Thomson à la fabrication d'obus soudés. Chaque obus est formé de trois parties distinctes : la pointe, en acier dur à haute teneur de carbone, le corps et le culot qui sont en acier ordinaire.

Ces deux dernières pièces peuvent être obtenues très économiquement de forge, à l'aide de presses hydrauliques.

Une soudeuse Thomson d'un type spécial permet de souder les trois pièces.

2. *Soudure des rails de tramways électriques.* — Une autre application intéressante, faite en Amérique, du procédé Thomson, est la soudure des jonctions de rails pour les tramways électriques. Il est facile de se rendre compte qu'à la condition d'être solidement tenue dans le sol, une voie ferrée peut être établie par des rails placés bout à bout sans qu'aucun jeu ne soit ménagé, et même par des rails soudés l'un à l'autre. En prenant comme

coefficient de dilatation du métal le chiffre de 0,00012 et en admettant des écarts de température de 30° en dessus ou en dessous de la température du jour où les rails ont été mis en place, on voit que les écarts de température tendent à produire, par mètre courant, des allongements ou des contractions de 0^m,00036. Si l'allongement ou la contraction est rendue impossible, le rail sera soumis à des efforts intérieurs de traction dont la valeur sera 0,00036 E, E étant le coefficient d'élasticité du métal.

Le coefficient d'élasticité du fer ou de l'acier doux peut être pris en chiffres ronds égal à 20.000; ce qui donne une valeur de 7 kil. 2 par millimètre carré pour les efforts intérieurs maxima auxquels le métal pourra accidentellement se trouver soumis. Les différences de température ne pourront donc produire à l'intérieur des rails soudés que des efforts relativement faibles. En fait, l'expérience a prouvé que la soudure des jonctions des rails pouvait être faite sans aucun inconvénient.

La Compagnie Johnston, de Johnstown, a constitué tout un matériel pour faire en grand les opérations de soudure.

L'installation comporte deux voitures roulant sur les rails (fig. 13) et renfermant la première une dynamo, la seconde le transformateur.

La dynamo reçoit par trolley un courant continu de 300 volts et environ 275 ampères et le transforme en courant alternatif. L'induit de la dynamo ne comporte qu'un seul circuit : la dynamo est bipolaire et deux touches du commutateur, espacées de 180°, sont reliées à deux barres annulaires qui forment les deux pôles du circuit primaire. Chacune des lames se trouve ainsi alternativement en communication avec le trolley et avec la terre, et deux fois par tour il y a connexion directe entre la ligne et le circuit primaire du transformateur. Il en résulte un rendement très élevé (qui atteindrait 92 %), supérieur à celui que l'on aurait en recueillant l'énergie mécanique sur l'arbre de la dynamo fonctionnant comme moteur.

L'appareil à souder (fig. 14) est un transformateur double en forme de boîte remplie d'huile et peut être manié impunément par la pluie. Un vérin hydraulique V, manœuvré par une pompe à main P, assure la pression voulue aux contacts.

Les rails sont disposés bout à bout à se toucher, et l'on soude par côté deux blocs convenablement gabariés.

La jonction ne se fait pas seulement par l'intermédiaire de ces blocs; par suite de la pression exercée latéralement, le métal des rails chauffés à une température élevée est repoussé et les deux rails font corps l'un avec l'autre.

Les voitures sont mues par des moteurs électriques; des moteurs électriques sont également disposés pour la manœuvre du transformateur, et pour la circulation de l'eau dans les contacts.

On peut faire en moyenne quatre soudures à l'heure dans de bonnes conditions; la conductibilité du joint est la même que celle du rail.

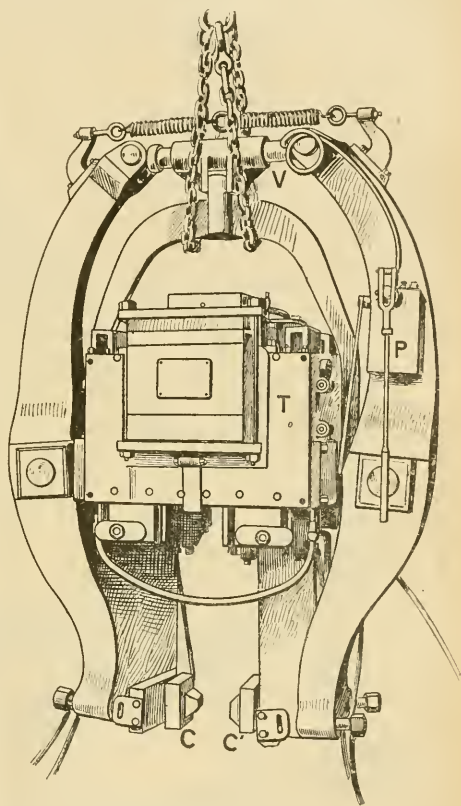


Fig. 14. — Soudeuse Thomson pour rails de tramways électriques. — T, transformateur; C, C', contacts entre lesquels sont prises les pièces à souder; V, vérin hydraulique donnant la pression voulue aux contacts; P, pompe à main.

3. Cintrage des tuyaux. — Dans toutes les applications du procédé Thomson que nous venons de passer en revue, le métal était chauffé en vue d'être soudé. Il est bien évident que la soudure n'est pas nécessairement le but final de l'opération et que les mêmes appareils ou des appareils analogues peuvent être utilisés pour toute opération nécessitant le chauffage préalable du métal. C'est ainsi, par exemple, que des transformateurs Thomson ont été construits pour le cintrage des tuyaux.

Le tuyau est pincé entre deux mâchoires formant les pôles du circuit secondaire du transformateur, et le passage du courant produit l'élévation de température nécessaire pour le cintrage.

4. Recuit des plaques de blindage harveyées.

— Une application récente des procédés Thomson, d'autant plus intéressante qu'elle a rendu pratique une opération à peu près impossible par d'autres moyens, est le recuit ou désharveyage des plaques de blindage.

Pour résister aux effets destructeurs des projectiles; les plaques de blindage doivent avoir une surface extérieure d'une grande dureté afin de produire l'explosion du projectile avant qu'il n'ait pénétré dans le corps de la plaque. Il faut, d'autre part, que la surface seule soit en métal dur, car il est essentiel que la plaque ne se brise pas en fragments sous l'effet du choc. De là l'emploi des plaques « compound », qui ont été longtemps en faveur, et qui étaient formées en réalité de deux plaques de métaux différents soudées l'une à l'autre.

Le dernier progrès réalisé dans la construction

un acier de grande dureté, comparable à l'acier pour outils. La profondeur suivant laquelle la plaque se trouve ainsi durcie est d'environ 25 millimètres.

Les plaques obtenues de cette façon, ou plaques harveyées, du nom de l'inventeur du procédé, l'ingénieur américain Harvey, résistent bien aux projectiles; elles ont été trouvées supérieures aux plaques fabriquées suivant d'autres systèmes; mais leur grande dureté, très avantageuse pour la résistance au choc des projectiles, devient un inconvénient sérieux quand il s'agit de les travailler. Il peut être nécessaire

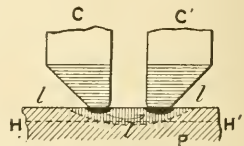


Fig. 16. — Contacts de transformateur pour le désharveyage des plaques de blindage. — C, C', contacts; P, plaque; H, H', limite à laquelle s'étend la zone harveyée; I, I', limite de la zone suivant laquelle le métal se trouve recuit.

de percer des trous dans la plaque soit pour y fixer des boucles ou des accessoires de coque quelconques, soit pour la relier aux ponts des tourelles ou aux membrures qui servent à la soutenir. Tant que l'on n'a pas disposé d'un procédé pour recuire la plaque localement, on en était réduit soit à percer ces trous à l'avance, avant la trempe, soit à protéger, aux futurs emplacements des trous, la plaque contre la carburation. Ces procédés étaient d'une application très délicate et coûteuse; ils ne permettaient pas, en outre, de remédier à de

légères malfaçons dans la construction, ou aux déformations qui peuvent se produire pendant la trempe. Tous les essais pour obtenir le recuit avec des chalumeaux à gaz hydrogène et oxygène ou par l'arc électrique sont restés sans résultat; de même pour les essais de confection d'outils en métal spécial, capables d'attaquer la surface harveyée.

Des appareils, analogues aux appareils à souder que nous venons de décrire, permettent au contraire d'obtenir facilement le recuit de la plaque en

des points bien déterminés. Si l'on fait passer par un point de la plaque un courant de grande intensité, de façon à

porter ce point à une température de 500 ou 600°, le métal est détrempe. Si l'on interrompt brusquement le courant, la masse environnante produit un refroidissement brusque : le métal est trempé de nouveau et aussi dur qu'auparavant. Le refroidissement lent, nécessaire pour le recuit, ne peut être obtenu que par une diminution progressive de l'intensité du courant.

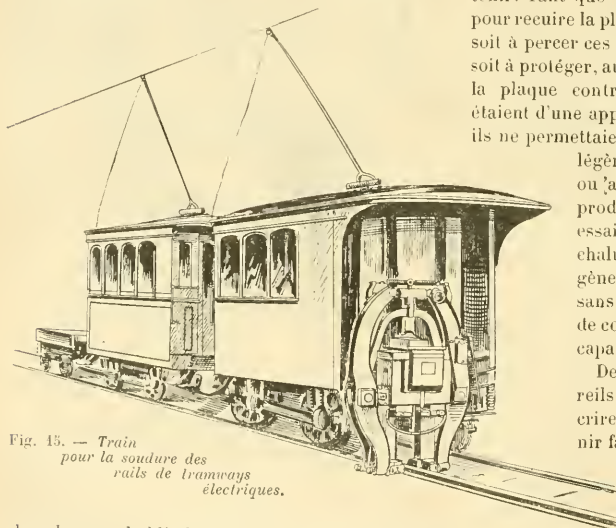


Fig. 15. — Train pour la soudure des rails de tramways électriques.

des plaques de blindage a consisté à produire une carburation superficielle des plaques en acier doux et à tremper ensuite le métal ainsi obtenu. La carburation de la plaque à la surface est réalisée en portant le métal à une haute température en présence de charbon pulvérisé ou au milieu d'une atmosphère carburante.

On obtient, dans ces conditions, après la trempe à l'eau, une plaque dont la surface est constituée par

Le chauffage de la plaque en un point donné se fait avec un transformateur analogue à ceux qui servent pour la soudure. Deux contacts, formant les extrémités du circuit secondaire, sont pressés contre le métal, de chaque côté du point dont on veut obtenir le recuit. Le courant pénètre dans la plaque par un de ces contacts et sort par l'autre. Directement sous les contacts, le métal est porté au rouge cerise; entre ces deux points, la température est celle du souge sombre.

deux groupes en dérivation, chaque groupe comprenant trois inducteurs en série. Le nombre de tours de l'induit est d'environ 1.000 à la minute.

Le transformateur (fig. 18) forme une boîte métallique entièrement fermée, à l'intérieur de laquelle est placé le circuit primaire. Ce dernier est constitué par un conducteur plat de 5 millimètres de large sur 3 millimètres d'épaisseur environ. Il est enroulé à l'intérieur de l'appareil suivant deux spires donnant à elles deux 75 tours. Le cir-

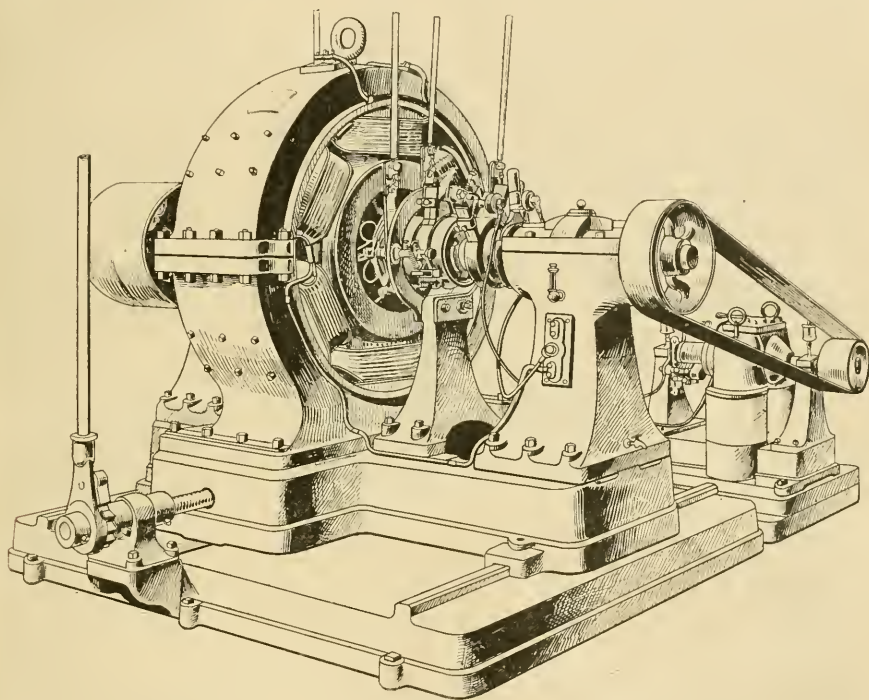


Fig. 17. — Génératrice Thomson à courants alternatifs avec son excitatrice.

La figure 16 montre la forme des contacts; les flèches indiquent le passage du courant; la région hachée et limitée par la ligne pointillée W' correspond au métal recuit, la ligne HH' à la zone harveyée.

Les appareils se composent, comme pour la soudure électrique, d'une génératrice, d'un transformateur et d'un rhéostat.

La figure 17 représente la génératrice à courants alternatifs et son excitatrice. La dynamo, d'une puissance de quarante kilowatts, fournit un courant de 100 à 135 ampères avec une force électromotrice de 300 volts. Il y a six inducteurs, formant

cuit primaire baigne dans l'huile, et, comme il est enveloppé complètement par la boîte métallique qui constitue le circuit secondaire, il se trouve parfaitement à l'abri.

La boîte métallique présente une coupure remplie de matières isolantes. De chaque côté de cette coupure se trouvent disposés les deux contacts qui amènent le courant à la plaque. Ces contacts sont rafraîchis par une circulation d'eau intérieure. Leur forme et leur grandeur varient suivant la nature du travail à exécuter.

Le poids du transformateur, 500 kilos environ, est suffisant pour donner la pression nécessaire

aux points de contact. Quand la plaque à travailler est verticale, cette pression est donnée par des coins ou tout autre moyen.

Une fois le transformateur en place, le courant primaire est porté progressivement à une intensité de 70 ou 95 ampères suivant la distance entre les contacts; on maintient l'intensité constante pendant une ou deux minutes, quand une température d'environ 550° est obtenue, ce que l'on reconnaît à l'inflammation d'une bague en bois de pin; puis le courant est diminué progressivement pendant une dizaine de minutes.

Si l'on veut détremper le métal suivant une ligne continue, on peut laisser le courant constant et déplacer lentement le transformateur. Le recuit est obtenu dans d'aussi bonnes conditions, et l'opération est beaucoup plus rapide. Le déplacement du transformateur doit être d'environ 30 centimètres à l'heure.

Le procédé de recuit des plaques harvées par l'électricité est employé par les différentes marines; il a été récemment appliqué en France; il rend de réels services et permet d'exécuter sur les plaques harvées les mêmes travaux que sur les autres.

VI. — AVANTAGES DES PROCÉDÉS ÉLECTRIQUES POUR LE TRAVAIL DES MÉTAUX.

De l'exposé que nous venons de faire, il ressort que c'est surtout en Amérique que le travail électrique des métaux a pris un grand développement; quelques applications ont été faites en Angleterre; en France, on n'y a eu recours jusqu'à présent que dans des cas spéciaux et les divers procédés ne se sont pas généralisés.

La rapide extension que le procédé Thomson a prise en Amérique, où l'on ferait actuellement, d'après des statistiques américaines, plus de treize millions de soudures par an à l'électricité, montre cependant tout le parti que l'on peut tirer dans l'industrie des procédés électriques, pour porter rapidement et, par suite, dans de nombreuses cir-

constances, économiquement, un métal à une haute température.

Il peut ne pas paraître logique au premier abord, au point de vue économique, d'abandonner le feu de forge ordinaire pour brûler le charbon dans un foyer de chaudière, utiliser la vapeur produite dans un moteur à vapeur, transmettre le mouvement du moteur à une dynamo, actionner par le courant de cette dynamo un transformateur et em-

ployer finalement le courant secondaire de ce transformateur à chauffer, d'après la loi de Joule, une barre de métal. Il semblerait que, tout bien examiné, avec les rendements successifs de la chaudière, du moteur, de la transmission, de la dynamo, du transformateur, et des circuits, le procédé électrique dût être beaucoup moins avantageux que l'utilisation directe des calories, dégagées par la combustion du charbon. Un examen plus attentif montre que, dans maintes circonstances, il n'en est pas ainsi.

Le charbon est mieux utilisé dans une chaudière que dans un feu de forge; une même dynamo peut actionner un grand nombre d'appareils à souder; un foyer unique peut, par suite, remplacer un grand nombre

de feux répartis dans une usine; en outre, la dynamo peut servir à l'éclairage électrique en même temps qu'à la soudure. Le moteur à vapeur dépense en raison de l'énergie qu'on lui demande; l'entretien d'un feu de forge momentanément inutilisé consomme une notable quantité de charbon. Il y a lieu d'observer, d'autre part, que les feux de forge exigent des charbons de qualité spéciale, tandis qu'on peut brûler dans une chaudière toute espèce de combustible.

Enfin, si l'on fait entrer en ligne de compte,

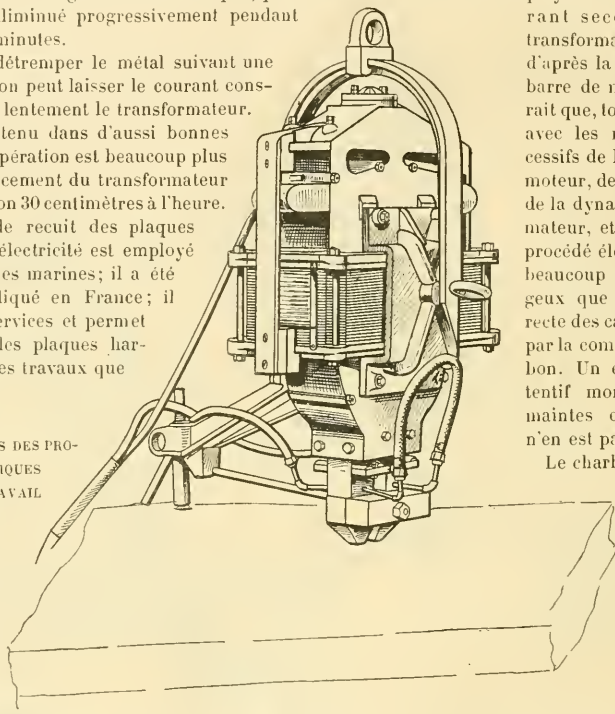


Fig. 18. — Transformateur pour le désharvage des plaques de blindage. — Le transformateur est formé de deux boîtes analogues aux boîtes B de la figure schématisée 11, appliquées l'une contre l'autre de façon à envelopper complètement le circuit primaire. Des feuilles de tôle serrées par des boulons entourent l'appareil et forment circuit magnétique. Les contacts sont refroidis par une circulation d'eau.

pour des soudures de pièces entreprises par séries, la facilité d'exécution et la rapidité du travail, certaines machines permettant de faire jusqu'à 300 soudures à l'heure, on conçoit que l'économie de main-d'œuvre réalisée puisse correspondre à un prix de revient bien moins élevé. Aux points de vue de la propreté et du fini du travail, la supériorité est sans aucun doute au procédé électrique. La chaleur peut être localisée en un point

bien déterminé et la température du métal facilement réglée. Enfin, le procédé est applicable à tous les métaux et alliages.

Ces divers avantages expliquent la faveur dont le travail électrique des métaux jouit en Amérique, et permettent de supposer que peu à peu il se répandra également dans nos usines de France.

H. Brillié,

Ingenieur des Constructions navales.

LES NUCLEO-ALBUMINES ET LEURS DÉRIVÉS

On donne le nom de nucléo-albumines à des composés organiques phosphorés que l'on trouve, associés aux albuminoïdes proprement dits, dans le protoplasma et surtout dans les noyaux des cellules animales et végétales. Ces composés présentent les réactions de coloration des albuminoïdes, mais les groupements atomiques qui donnent ces réactions ne forment pas à eux seuls toute la molécule, comme nous allons le voir par le démembrement méthodique de cette dernière.

1

La première étape de ce démembrement consiste en une scission effectuée sous l'influence du suc gastrique, naturel ou artificiel, agissant à la température du corps humain. Dans ces conditions, on voit se séparer deux groupements : l'un, qui entre en solution, présente les caractères des peptones; l'autre, qui demeure insoluble, constitue un type spécial de composés organiques phosphorés qu'on désigne sous le nom de *nucléines*. La molécule primitive semble donc avoir été formée, avant son dédoublement par le suc gastrique, par l'union d'un albuminoïde et d'une nucléine; et c'est là l'origine du nom de nucléo-albumines, sous lequel sont désignés ces principes immédiats, que le mode de dédoublement précédent permet ainsi de caractériser et de définir.

Il est difficile d'indiquer une méthode générale pour isoler ces nucléo-albumines, par la raison que les procédés d'extraction varient suivant chaque cas particulier. Donnons comme exemple la préparation d'un composé que Lilienfeld a extrait des leucocytes¹ et qu'il a désigné sous le nom de *nucléo-histone*. L'extrait aqueux des leucocytes, qui a dissous la masse principale des noyaux, est centrifugé et filtré, puis précipité par l'acide acétique

étendu, enfin repris par une solution faible de carbonate sodique. On répète le même traitement dans un but de purification. On termine en lavant le précipité et desséchant. On obtient ainsi une poudre d'un blanc de neige, la nucléo-histone, qui contient environ 3 % de phosphore.

En somme, tout ce qu'on peut dire d'un peu général sur l'extraction des nucléo-albumines, c'est qu'on utilise dans ce but leur solubilité dans les carbonates alcalins faibles et leur insolubilité dans les acides organiques étendus. Leur solubilité dans les liqueurs alcalines paraît due à l'existence de fonctions acides dans leur molécule (Hammarsten). C'est ainsi que, d'après Sældner, la caséine du lait, que l'on range parmi les nucléo-albumines, posséderait le caractère d'acide bibasique¹.

Si l'on emploie, pour l'extraction, des solutions étendues et froides de carbonates alcalins et d'acides organiques, c'est parce que les alcalis et les acides minéraux, même en solutions étendues, altèrent plus ou moins profondément les principes que l'on se propose d'isoler. C'est ainsi que la nucléo-histone, traitée par la baryte, par l'acide chlorhydrique étendu (à 8 %₀₀) ou même par l'eau bouillante, se scinde en deux parties, absolument comme elle le fait du reste sous l'action du suc gastrique. Il se forme une partie soluble, de nature albuminoïde, l'*histone*, et une partie insoluble, qui contient près de 5 % de phosphore, et qui est une nucléine à laquelle Lilienfeld a donné, pour rappeler son origine leucocytaire, le nom de *leuconucléine*. Seulement la nucléine ainsi obtenue ne se montre pas rigoureusement identique à elle-même, quel que soit l'agent de dédoublement. Celle qu'on obtient par digestion à l'aide du suc gastrique n'a pas tout à fait la même teneur en phosphore et la même solubilité dans les réactifs que celle qui provient de l'hydrolyse par l'acide chlorhydrique étendu. Cependant les différences sont faibles; et

¹ *Zeitschrift für physiologische Chemie*, 1893, t. XVIII, p. 478.

¹ NEUMEISTER : *Lehrbuch der physiol. Chemie*, p. 44.

l'on peut dire que le dédoublement des nucléo-albumines par une hydrolyse très ménagée donne un albuminoïde et une nucléine. Il sera seulement bon de se rappeler que, si l'on veut obtenir des résultats absolument comparables, il faut toujours dédoubler les nucléo-albumines à l'aide du même agent, le suc gastrique par exemple.

11

Les nucléines ainsi isolées se présentent comme des corps ayant un caractère nettement acide, solubles dans l'eau alcaline et ammoniacale, insolubles dans l'acide acétique étendu. Elles sont riches en phosphore, dont elles contiennent jusqu'à 5 % de leur poids et même davantage.

Leur structure apparaît comme encore très complexe, car elles présentent les réactions de coloration des albuminoïdes, tout comme les présentaient les nucléo-albumines primitives, ce qui veut dire que, malgré la séparation d'un fragment albuminoïde effectuée par l'action du suc gastrique, il subsiste encore dans la molécule de nucléine un ou plusieurs groupements atomiques de la nature de ceux qui forment l'édifice albuminoïde. C'est encore l'hydrolyse qui a permis de simplifier la molécule de nucléine; et, dès l'abord, elle a donné, entre les mains de Kossel, un principe de classification des nucléines en deux groupes.

Kossel réalisait primitivement¹ l'hydrolyse des nucléines par la seule action de l'eau bouillante : ce fut plus tard seulement qu'il employa dans ce but les acides minéraux à des températures diverses et à des degrés divers de concentration. — Or, dans ces conditions, les nucléines provenant des noyaux cellulaires donnent toutes des bases xanthiques. De ce nombre est la première en date de toutes les nucléines, celle que Miescher découvrit en 1869 dans les cellules du pus² et qui provient manifestement de leurs noyaux, comme ce savant l'a reconnu. Ayant en effet traité les globules de pus par le suc gastrique, il obtint un résidu dont la masse formait le squelette même de leurs noyaux, comme il le constata au microscope; et cette constatation fut l'origine du nom même de nucléine qu'il donna à ce résidu et qui fut ensuite étendu à toutes les matières organiques phosphorées de constitution analogue. Citons encore, dans ce groupe, une nucléine extraite, peu de temps après, par Hoppe-Seyler de la levure de bière et dont l'hydrolyse, pratiquée par Kossel², donne des bases xanthiques. A ce groupe appartient encore la

leuconucléine de Lilienfeld, provenant, nous l'avons vu, des noyaux des leucocytes et qui donne, par hydrolyse, de l'adénine et de l'hypoxanthine. — Les Allemands donnent le nom de *Kernnucléine* (littéralement nucléines de noyaux) à ces nucléines localisées dans les noyaux et qui contiennent dans leur molécule le « complexe atomique » des bases xanthiques. On les trouve principalement dans les organes lymphoïdes, le sperme, les glandes, en un mot dans tous les éléments anatomiques qui possèdent un noyau développé, partout où règne la prolifération cellulaire et où les tissus, par le fait de leur activité vitale, sont en voie de renouvellement incessant. Ces kernnucléines (nous emploierons désormais cette expression allemande pour abrégé) forment sans doute la substance principale de cette chromatine des histologistes, qui prend les matières colorantes et dessine les figures karyokinétiques dans le dédoublement des noyaux.

Mais, en outre de ces kernnucléines, il existe un autre groupe de nucléines, qui donnent par hydrolyse de l'acide phosphorique et une matière albuminoïde, tout comme les précédentes, mais qui, par contre, ne donnent pas de bases xanthiques. Ce sont les paranucléines de Kossel, les pseudo-nucléines de Hammarsten. Telles sont, par exemple, les nucléines qui proviennent du dédoublement de ces nucléo-albumines que l'on désigne sous le nom de caséines animales ou végétales. Telles sont encore ces nucléines ferrugineuses que Bunge a isolées des vitellines des jaunes d'œuf et qu'il a désignées du nom d'hématogènes, pour rappeler le rôle exclusif qu'il leur attribue dans l'apport du fer nécessaire à l'hémoglobine du sang. Or, tandis que les kernnucléines se rencontrent uniquement dans les noyaux, les paranucléines se trouvent dans le protoplasma des cellules qui contiennent les aliments de réserve. Il semble donc qu'à la différence de constitution chimique corresponde une différence de fonction physiologique.

111

Tel fut le premier résultat des travaux de Kossel. Mais on pouvait reprocher à ses méthodes d'hydrolyse d'être un peu trop énergiques, de pousser d'emblée trop à fond la désagrégation de la molécule de nucléine et de la briser ainsi du premier coup en fragments trop menus. On risque ainsi, en brûlant les étapes, de sauter plusieurs composés intermédiaires, dont la connaissance serait pourtant nécessaire pour élucider la constitution des nucléines.

Ce fut l'œuvre d'Altmann de réaliser, à partir de 1887, cette hydrolyse ménagée des nucléines, qui eut pour résultat d'enlever complètement à ces der-

¹ *Zeitschrift für physiol. Chemie*, 1879, t. III, p. 288, et t. IV, p. 292.

² *Medic.-chem. Untersuchungen*, herausgegeben v. Hoppe-Seyler, p. 411.

nières les fragments albuminoïdes que retenait encore leur molécule et de dégager ainsi des composés bien définis, les acides nucléiques, qui conservent tout le phosphore de la molécule primitive¹. On obtient de pareils acides aussi bien avec les paranucléïnes qu'avec les kernnucléïnes : les premiers seront naturellement appelés les acides paranucléïques, les seconds pourraient recevoir le nom d'acides kernnucléïques ou d'acides nucléïques proprement dits. Le principe de leur préparation consiste à dissoudre les substances mères (nucléïnes ou nucléo-albumines) avec précaution dans des lessives alcalines très étendues, ce qui provoque le dédoublement. Par acidulation avec un peu d'acide acétique, on coagule un corps albuminoïde et, après séparation du précipité, on ajoute à la liqueur 0,3 % d'acide chlorhydrique et 50 % d'alcool. On voit donc que les acides nucléïques, à l'inverse des nucléïnes, ne sont pas précipités de leurs solutions faiblement alcalines par l'acide acétique étendu.

Tous les acides nucléïques présentent une certaine analogie, quelle que soit leur origine, qu'ils proviennent des globules de la levure de bière ou des leucocytes de l'homme. Ce sont des poudres blanches solubles dans l'eau. Ils ne présentent plus les réactions de coloration des albuminoïdes, sont exempts de soufre, possèdent une composition centésimale où l'azote et le phosphore sont toujours dans le rapport de trois atomes du premier à un atome du second et contiennent 8 à 10 % de phosphore.

Mis en présence d'une solution albumineuse, ces acides nucléïques y produisent un coagulum phosphore, soluble dans l'eau alcaline et ammoniacale, d'où il est précipité par les acides acétique et chlorhydrique. Ce coagulum présente donc, comme le fait remarquer Altmann, tous les caractères des nucléïnes primitives, dont il paraît être la reconstitution par l'union de l'acide nucléïque et de l'albuminoïde. On a cru voir dans cette union une synthèse qui serait comme la contre-partie de l'hydrolyse réalisée par Altmann. Quoiqu'il en soit de cette hypothèse, on a voulu trouver dans cette coagulation le principe de l'action bactéricide et autitoxique des leucocytes². Il suffirait d'admettre une dissociation spontanée de leurs nucléïnes, mettant en liberté les acides nucléïques. De fait, Tichomirow a vérifié que les acides nucléïques coagulent certaines toxines végétales ou microbiennes, telles que la ricine, les toxines tétanique et diphtérique³.

On pourrait être aussi tenté de rapprocher des

faits précédents la théorie de la coagulation du sang de Lilienfeld⁴. Ce savant a reconnu en effet que, dans la molécule de nucléo-histone, le groupe histone jouit de propriétés anticoagulantes, tandis que la leuco-nucléïne elle-même est indifférente. Mais l'acide nucléïque, qui se forme aux dépens de cette dernière par l'action de la chaux ou de la baryte, rend le fibrinogène coagulable en présence des sels de chaux. L'intensité de cette action coagulante est, dit Lilienfeld, « sous la dépendance directe du degré de démolition de la nucléo-histone, c'est-à-dire que cette intensité croît avec la richesse des produits de désagrégation en acide nucléïque et atteint son maximum avec l'acide nucléïque lui-même. » Mais l'acide nucléïque ne donne pas avec le fibrinogène un composé nucléïque, car le coagulum formé ne contient pas de phosphore. Le coagulum paraît donc essentiellement différent de ceux qu'Altmann a obtenus par l'action des acides nucléïques sur les albuminoïdes.

IV

La découverte des acides nucléïques avait cet avantage de mettre à la disposition des chimistes des corps de composition mieux définie et plus simples que les nucléo-albumines et les nucléïnes. Il était donc intéressant de pénétrer leur structure et ce fut l'œuvre à laquelle s'attacha Kossel qui, en collaboration avec Neumann, appliqua aux acides nucléïques les méthodes d'hydrolyse énergiques qu'il avait primitivement employées pour les nucléïnes. Non seulement il retrouva, comme il fallait s'y attendre, les corps fournis antérieurement par l'hydrolyse des nucléïnes, mais encore une étude plus attentive lui permit de reconnaître, parmi les produits de décomposition, certains groupements nouveaux. C'est ainsi que l'hydrolyse de certains acides nucléïques proprement dits donne, quand elle est effectuée par l'action suffisamment prolongée de l'eau bouillante, un acide organique, l'acide thymique, qui rassemble en lui tout le phosphore de la molécule primitive et contient par conséquent une forte proportion de cet élément. Cet acide thymique, traité par l'acide sulfurique à 30 %, agissant pendant une heure environ à la température de l'ébullition, perd tout son phosphore sous forme d'acide orthophosphorique et donne, en outre, une base bien cristallisée, la thymine $C^5H^4Az^2O^2$. Cette base fut d'abord obtenue en partant de l'acide nucléïque du thymus, d'où son nom; puis elle fut retrouvée dans l'hydrolyse des acides nucléïques provenant de la levure de bière et de la rate de bœuf. Ce résultat semble bien mon-

¹ *Archiv für Physiologie* de Du Bois Reymond, 1889, p. 524.

² *Archiv für Physiologie* de Du Bois Reymond, 1894, p. 194.

³ *Zeitschrift für physiol. Chemie*, 1895, t. XXI, p. 90.

⁴ *Zeitschrift für physiol. Chemie*, 1894, t. XX, p. 89.

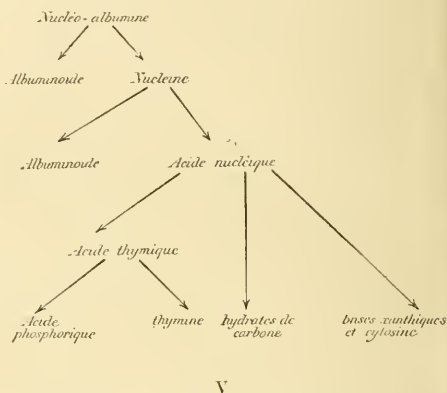
trer, comme le fait remarquer Kossel¹, que la thymine fait partie intégrante de la molécule des acides nucléiques.

L'hydrolyse des acides nucléiques donne aussi souvent des hydrates de carbone, et c'est là un résultat dont il n'est pas besoin de faire ressortir l'importance physiologique. Ces hydrates de carbone se forment aussi bien aux dépens des paranucléines que des kernnucléines. C'est ainsi que l'hydrolyse acide de l'acide nucléique provenant du thymus du veau a donné, entre les mains de Kossel et Neumann, de l'acide lévulique. Or, ce dernier apparaît généralement dans l'hydrolyse acide des hydrates de carbone. Il y a donc lieu de penser que la molécule de l'acide nucléique primitif contient un fragment qui possède la structure d'un hydrate de carbone. — De même on a constaté, notamment dans l'hydrolyse des acides nucléiques provenant du pancréas et de la glande mammaire, la formation de substances réductrices, ce qui semble mener à une conclusion analogue. — D'autre part, Walter a montré² que l'ichthuline, nucléo-albumine des œufs de carpe, donne, par hydrolyse acide, de l'acide orthophosphorique et un corps réduisant les liqueurs cupro-alkalines et formant un précipité cristallin avec la phénylhydrazine, et cela à l'exclusion de toute base xanthique. Si donc cette expérience est exacte, il faut en conclure que des hydrates de carbone peuvent aussi entrer dans la constitution des molécules de paranucléines.

Enfin, parmi les composés que donne l'hydrolyse des seuls acides nucléiques proprement dits, se trouvent, nous le savons, les bases xanthiques, à savoir : la xanthine, l'hypoxanthine ou sarcosine, l'adénine et la guanine, à côté desquelles peut encore se rencontrer une base, la cytosine, sur la constitution de laquelle on ne sait rien encore. Le nombre et la nature des bases xanthiques formées dans ces conditions varient suivant l'acide nucléique considéré. Ainsi, l'acide nucléique provenant du thymus de veau ne donne, par hydrolyse, que de l'adénine et de la guanine³. Mais l'acide nucléique, préparé à l'aide du sperme de taureau, a donné à Yoshito Inoko, dans un travail effectué au laboratoire de Kossel, 2 % d'hypoxanthine, 6 % de xanthine et 0,7 % d'adénine. Enfin, l'acide nucléique de la levure a donné à Kossel, par l'action des acides étendus, une abondante quantité d'adénine, de guanine, de xanthine et d'hypoxanthine⁴.

Kossel admet qu'à chacune des quatre bases xanthiques correspond un acide nucléique spécial, qui la contient pour ainsi dire en puissance. Les acides nucléiques naturels, qui donnent par hydrolyse deux ou plusieurs bases xanthiques à la fois, seraient un mélange ou une combinaison d'un nombre égal de ces acides nucléiques élémentaires. Quoi qu'il en soit, une chose est certaine, c'est l'extrême complexité des molécules d'acides nucléiques, révélée par la multiplicité de leurs produits de décomposition.

Pour mieux faire saisir d'un coup d'œil l'ensemble des phénomènes que nous venons de décrire, nous résumons, dans le tableau ci-dessous, la dislocation progressive des nucléo-albumines, telle qu'elle résulte de l'exposé précédent.



De tous ces produits de désintégration, les seuls dont la structure soit aujourd'hui à peu près complètement connue sont les bases xanthiques. On sait maintenant qu'elles possèdent toutes le même squelette, formé par le même enchaînement d'atomes de carbone et d'azote, ce qui explique comment ces bases se remplacent si aisément les unes les autres dans les acides nucléiques. De plus, ce squelette commun est aussi celui de l'acide urique, et l'on pressent de suite l'importance de ce fait.

Depuis longtemps, du reste, on avait démontré l'étroite connexion des bases xanthiques entre elles et avec l'acide urique. Ainsi, on sait que l'acide urique, traité par l'acide nitrique, se dédouble, par une oxydation et une hydratation simultanées, en alloxane et urée. Or, M. Emil Fischer a montré, dès 1882, que par cuisson avec l'eau de chlore, ou par traitement à l'aide d'un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorate de potasse, la xanthine se dédouble également en alloxane et urée⁵.

¹ *Archiv für Physiologie* de Du Bois Reymond, 1894, p. 194. — *Berichte der deutschen chemischen Gesell.*, t. XXVII, p. 2213.

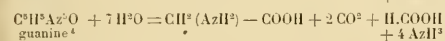
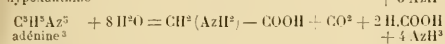
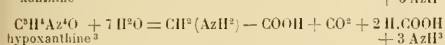
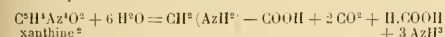
² *Zeitschrift für physiol. Chemie*, 1891, t. XV.

³ KOSSEL et NEUMANN : *Zeitschrift für physiol. Chemie*, 1896, t. XXII, p. 74.

⁴ *Archiv für Physiologie* de Du Bois Reymond, 1891, p. 184.

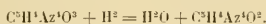
⁵ *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CCXV, p. 310.

D'autre part, l'acide urique et les bases xanthiques, hydrolysés par une méthode mise en œuvre par Strecker¹, pour l'acide urique, puis étendue par d'autres chimistes aux bases xanthiques, à savoir le chauffage vers 180° en vase clos avec les acides chlorhydrique ou iodydrique, donnent des produits de décomposition absolument analogues, comme le montrent les équations suivantes :



L'ensemble de ces réactions établit nettement l'étroite analogie de structure qui doit exister entre tous ces composés. Il est, du reste, aisé de transformer les uns dans les autres les bases xanthiques. C'est ainsi que la guanine, traitée par l'acide azoteux, se change en xanthine (Strecker), et que l'adénine, sous l'action du même réactif, se transforme en hypoxanthine (Kossel). C'est ainsi encore que l'hypoxanthine, oxydée par le permanganate de potasse, passe à l'état de xanthine.

Tout permettait donc de prévoir qu'entre l'acide urique et les bases xanthiques devaient exister aussi de faciles relations de transformation. Strecker crut avoir réalisé ce passage et il annonça qu'il avait réussi à transformer l'acide urique en xanthine par l'action de l'amalgame de sodium, conformément à l'équation :

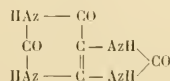


Malheureusement, il semble acquis que Strecker s'est trompé. Emil Fischer a, en effet, annoncé⁵, dès 1884, qu'il n'avait pu répéter la réaction de Strecker et plus récemment encore il réitérait son affirmation en constatant la persistance de l'erreur introduite dans la science par son devancier.

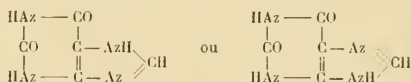
Mais, heureusement, Fischer lui-même a trouvé un autre passage, moins direct, il est vrai, de l'acide urique aux bases xanthiques.

Déjà, au mois de mars 1897⁶, il avait identifié l'acide triméthylurique à l'hydroxycaféine, dérivé hydroxylé de la caféine (triméthylxanthine) préparé

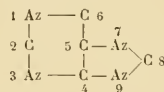
par lui dans ses premières et déjà anciennes recherches sur les bases xanthiques¹. Il avait ainsi déterminé, sauf une légère incertitude, la formule de constitution de la xanthine en fonction de celle de l'acide urique. Si, en effet, on adopte, avec Fischer, pour l'acide urique la formule de Médicus :



on n'a à choisir pour la xanthine qu'entre l'une ou l'autre des deux formules :



Il apparaît ainsi clairement que la xanthine possède le même « complexe atomique » que l'acide urique. Fischer donne le nom de *purine* à ce squelette commun et, pour faciliter la nomenclature des composés qui possèdent un noyau de purine, il propose² de numéroter comme il suit les atomes de carbone et d'azote qui forment les mailles de cette double chaîne fermée :



L'acide urique devient, dans cette nomenclature, la 2.6.8.-trioxypurine ; la xanthine est la 2.6.-dioxypurine. La même règle permettrait de dénommer les autres bases xanthiques, qui sont, elles aussi, des corps à squelette de purine, comme le laissent soupçonner les réactions indiquées plus haut, qui établissent leurs connexions avec l'acide urique et la xanthine, et comme le montre plus clairement encore leur synthèse commune à partir de l'acide urique, synthèse réalisée tout récemment par Fischer et que nous allons exposer maintenant.

Fischer a montré que l'on peut, par l'action des chlorures de phosphore, substituer dans l'acide urique des atomes de chlore à des hydroxyles³. Sans doute on ne voit pas d'hydroxyles dans la formule de l'acide urique, telle que nous l'avons écrite plus haut, mais il est facile de les faire apparaître en amenant au contact des trois atomes d'oxygène situés en 2, 6 et 8 des atomes d'hydrogène empruntés aux azotes voisins. Toute l'histoire chimique de l'acide urique et de ses dérivés montre en effet la facilité des phénomènes de tautomérie dans ce

¹ *Annal. der Chemie und Pharm.*, 1868, t. CXLVI, p. 142.

² SCHMIDT : *Annal. der Chemie und Pharm.*, t. CCXVII, p. 311.

³ KRUGER : *Zeitsch. für physiol. Chemie*, 1892, t. XVI, p. 160.

⁴ WOLF : *Zeitsch. für physiol. Chemie*, 1893, t. XVII, p. 468.

⁵ *Berichte*, 1884, t. XVII, p. 329.

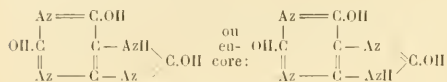
⁶ *Berichte*, t. XXX, p. 539.

¹ *Annal. der Chemie und Pharm.*, t. CCXV, p. 253.

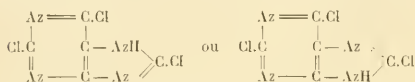
² *Berichte*, t. XXX, p. 549.

³ *Berichte*, t. XVII, p. 328 et 1776.

groupe de composés, et l'acide urique se comporte vis-à-vis des chlorures de phosphore comme s'il possédait la formule :

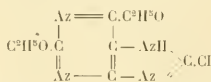


Par l'action de l'oxychlorure de phosphore sur l'urate de potasse dans des conditions déterminées, on peut, comme l'a montré Fischer en octobre 1897¹, remplacer par deux atomes de chlore les deux hydroxyles situés en 2 et 6; puis on remplace le dernier hydroxyle en 8 par un nouvel atome de chlore et l'on obtient finalement la 2,6,8.-trichloropurine pour laquelle on hésite, comme pour la xanthine, entre l'une ou l'autre des deux formules :

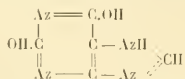


Or, cette trichloropurine est comme un centre à partir duquel rayonnent toutes les voies qui mènent à la synthèse des bases xanthiques². Et la raison en est que, dans ce composé, l'atome de chlore situé en 8 est solidement fixé à sa place : il ne cède, en effet, qu'à l'action des réducteurs puissants qui le remplacent par de l'hydrogène et conduisent ainsi à la xanthine et aux bases voisines, tandis qu'il résiste aux actions chimiques qui tendraient à le remplacer par un hydroxyle et à ramener ainsi à l'acide urique.

Ainsi, traitons, comme l'a fait Fischer, la trichloropurine à 100° par l'éthylate de sodium³. Les deux atomes de chlore placés en 2 et en 6 sont remplacés par des éthoxyles, ce qui donne le composé :

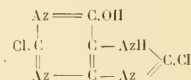


que l'action réductrice de l'acide iodhydrique à chaud, remplaçant le chlore et les éthyles par de l'hydrogène, transforme en xanthine :

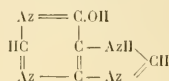


(Nous n'écrivons ici, pour abrégé, que la première des deux formules possibles de la trichloropurine et de la xanthine, qui sont, du reste, celles qu'adopte arbitrairement Fischer.)

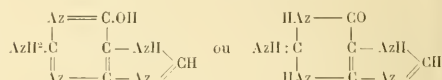
Reprenons la trichloropurine. En la traitant par les alcalis à 100°, l'atome du chlore situé en 6 y est remplacé par un hydroxyle, ce qui donne un composé :



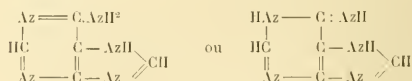
que Fischer appelle la 2,8.-dichlorohypoxanthine, parce qu'il peut être considéré comme un dérivé dichloré de l'hypoxanthine. Il suffit en effet de le réduire par l'acide iodhydrique à chaud pour le transformer en hypoxanthine :



D'autre part, cette même dichloro-hypoxanthine, chauffée avec l'ammoniaque alcoolique, remplace par AzH² l'atome de chlore situé en 2 et donne un composé que Fischer appelle la chloroguanine, car il peut être considéré comme un dérivé monochloré de la guanine. Il suffit en effet de réduire cette chloro-guanine par l'acide iodhydrique à chaud pour la transformer en guanine :



Enfin, la trichloropurine, traitée par l'ammoniaque aqueuse forte, remplace par AzH² l'atome de chlore situé en 6 et donne un composé que Fischer appelle la dichloro-adénine, car une réduction par l'acide iodhydrique à chaud lui enlève ses deux derniers atomes de chlore et le transforme en adénine :



VI

Ces belles synthèses de Fischer achèvent non seulement de fixer la formule des bases xanthiques (à très peu de choses près) et d'établir leur parenté avec l'acide urique, mais encore elles montrent avec quelle simplicité on peut, sur ce squelette résistant et invariable de purine, effectuer les diverses mutations qui permettent de passer de l'un à l'autre de ces composés. Cette constatation est importante, car elle permet d'admettre des rapports aisés de filiation entre tous ces composés au sein de l'être vivant et elle apporte ainsi un appui incontestable aux vues que Horbaczewski avait

¹ *Berichte*, t. XXX, p. 2208.

² *Berichte*, t. XXX, p. 2220 et 2226.

³ *Berichte*, t. XXX, p. 2226.

émises antérieurement sur l'origine de l'acide urique dans l'organisme.

Horbaczewski a reconnu, en effet, que la putréfaction d'un tissu lymphoïde, tel que la pulpe splénique, donne de l'acide urique si elle se produit au contact de l'oxygène atmosphérique, et des bases xanthiques si elle s'effectue à l'abri de ce gaz. Il en concluait que l'acide urique de l'organisme provenait de l'oxydation des bases xanthiques, elles-mêmes formées sans doute par un processus hydrolytique anaérobie aux dépens des kernnucléines. A l'appui de cette hypothèse vient ce fait, constaté par Scherer¹, que dans la leucémie, maladie caractérisée par l'augmentation du nombre des globules blancs du sang, on peut déceler aisément dans le sérum sanguin des bases xanthiques, ce qui est difficile dans l'état de santé. Or, cette surproduction de bases xanthiques dans le sang est accompagnée d'une suractivité dans l'élimination de l'acide urique. La liaison entre ces deux faits est manifeste et porte à admettre que l'acide urique provient des bases xanthiques.

L'acine urique apparaît donc, dans la théorie de Horbaczewski, comme le terme ultime de la désassimilation des nucléo-albumines. Et tous les faits groupés dans cette étude rendent son hypothèse extrêmement plausible. Mais faut-il voir dans ce mécanisme la source unique de l'acide urique? Si l'on réfléchit que chez certains groupes d'animaux, comme les Reptiles et les Oiseaux, l'acide urique est la forme tout à fait prédominante de l'élimination de l'azote et si l'on se rappelle que les bases xanthiques proviennent des seules kernnucléines, il faudrait admettre que, chez ces êtres, la majeure partie de l'azote existe, au moins d'une façon transitoire avant son élimination, sous la forme de nucléines dans leurs noyaux cellulaires. Cela n'est pas impossible, mais cela peut paraître surprenant à première vue. Aussi peut-on se demander s'il n'y aurait point dans l'économie d'autres modes de formation de l'acide urique que celui qu'admet Horbaczewski. On sait que, d'après

des expériences de Minkowski sur les oies, la cellule hépatique paraît apte à fabriquer synthétiquement de l'acide urique à partir de l'urée et de l'acide lactique, suivant une réaction analogue à celle que Horbaczewski lui-même a réalisée *in vitro*. D'autre part, ce serait ici le lieu de rappeler que des composés xanthiques semblent pouvoir se former synthétiquement à partir de l'acide cyanhydrique, comme le montrent des expériences déjà anciennes de M. Armand Gautier, qui obtint, à côté de composés azulmiques, une petite quantité de xanthine et de méthylxanthine en chauffant à 145° une solution aqueuse d'acide cyanhydrique en présence d'acide acétique². Sans doute ce résultat a été récemment contesté par Fischer, qui ne croit pas à la formation de xanthine dans cette expérience, parce que le produit obtenu ne donne pas la réaction de la murexide³. Mais, comme le faisait remarquer M. Gautier dans sa réponse³, le produit préparé par lui a été caractérisé à l'aide de toute une série de réactions propres aux composés xanthiques; en sorte qu'il nous demeure toujours permis d'admettre la possibilité de la formation de ces composés à partir de l'acide cyanhydrique qui semble jouer, on le sait, un grand rôle à l'état naissant dans les synthèses vitales.

Il ne paraît donc pas impossible que des dérivés uriques et xanthiques puissent se former synthétiquement au sein de l'organisme; et cette hypothèse, du reste, n'est nullement exclusive des vues si séduisantes de Horbaczewski. Mais nous sommes ici au seuil de l'inconnu et par conséquent au terme de notre étude. Laissons à l'avenir le soin de résoudre les problèmes, nombreux encore, que pose l'étude des nucléo-albumines et de leurs dérivés. Nous pouvons attendre cet avenir avec d'autant plus de confiance que la riche moisson des dernières années est comme une promesse de fécondité pour les récoltes prochaines.

D^r Sambuc.

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon.

¹ NEUMEISTER : *Lehrbuch der physiol. Chemie*, p. 587. —

A. KOSSEL : *Zeitschrift für physiol. Chemie*, 1882, t. VII, p. 22.

² *Bulletin de la Soc. chim. de Paris*, t. XLII, p. 142.

³ *Berichte*, t. XXX, p. 3331.

³ *Berichte*, 14 mars 1898, p. 449

LA DISSOLUTION DES SOLIDES ET DES LIQUIDES DANS LES GAZ

Le phénomène de la dissolution d'un solide dans un liquide, d'un sel métallique dans l'eau, par exemple, consiste, dans son ensemble, en un changement d'état, en une véritable fusion, qui permet au solide de se mélanger intimement avec le dissolvant. Aucune raison ne nous empêche de généraliser cette notion et d'admettre que tout fluide, aussi bien gaz que liquide, peut, par son action sur les corps solides ou liquides qui y sont plongés, amener ces corps à l'état physique où il se trouve lui-même, se mélanger avec eux, en un mot les dissoudre en proportion plus ou moins considérable. Une telle supposition est d'autant plus acceptable que la possibilité de passer sans transition de l'état solide à l'état gazeux est depuis longtemps démontrée.

L'expérience prouve qu'en effet les gaz possèdent, vis-à-vis même de solides ou de liquides de volatilité insensible, un pouvoir dissolvant parfois considérable. Si ce pouvoir n'est pas appréciable aisément dans les conditions ordinaires, cela tient uniquement à la très faible densité des gaz comparée à celle des liquides même les plus légers.

Les premiers essais relatifs à cette question ont donné des résultats extrêmement nets : en 1880, MM. Hannay et Hogarth virent du bromure de potassium, de l'iode de potassium, du chlorure de fer, se dissoudre dans de la vapeur d'alcool chauffée sous pression à $+ 373^{\circ}$, c'est-à-dire à une température à laquelle l'alcool ne peut exister qu'à l'état gazeux, car il est alors au-dessus de son point critique. La même année, M. Cailletet dissolvait de l'anhydride carbonique liquide dans de l'air comprimé.

Ces premiers résultats constituent une indication précieuse, en montrant que le pouvoir dissolvant n'est pas l'apanage exclusif des liquides. Sans même parler des applications possibles, il y a un intérêt théorique évident à étudier le phénomène de la dissolution dans des conditions aussi nouvelles et avec des dissolvants dont la constitution est plus simple que celle des liquides.

Les expériences qui viennent d'être rappelées ont été faites soit à haute température, soit en choisissant comme corps à dissoudre un gaz liquéfié par compression, c'est-à-dire un liquide d'une extrême volatilité. Ce ne sont pas là les seuls essais tentés dans cette voie, mais on ne paraît pas avoir cherché si, à la température ordinaire, les gaz possèdent la propriété de dissoudre des corps qui, dans les circonstances habituelles, sont à l'état solide ou liquide. Une telle propriété existe

cependant, qu'il est facile de mettre en évidence : il suffit pour cela d'employer des gaz comprimés ; la pression ne paraît, d'ailleurs, jouer dans le phénomène qu'un rôle indirect, consistant à accroître la densité du fluide.

Voici, en effet, les résultats obtenus, sauf indication contraire, vers $+ 17^{\circ}$, avec des gaz pour la plupart permanents à cette température.

I. — OXYGÈNE. AIR. HYDROGÈNE.

Il est facile d'observer la dissolution, dans l'oxygène, d'un liquide tel que le brome, dont la vapeur est colorée. Il suffit de mettre une goutte de brome à la partie inférieure d'un tube étroit en cristal, et de faire arriver dans ce tube, par la partie supérieure, de l'oxygène que l'on comprime jusqu'à atteindre, par exemple, 200 atmosphères. La vapeur de brome est d'abord refoulée, et se rassemble près du liquide. Mais, en même temps, sa coloration devient plus intense ; puis, la diffusion s'opérant peu à peu, cette coloration finit par envahir tout l'intérieur du tube, dont l'atmosphère présente alors une teinte beaucoup plus foncée qu'avant la compression.

On arrive plus rapidement au même résultat en inclinant l'appareil jusqu'à le rendre presque horizontal : la couche gazeuse, rendue plus dense par le mélange avec la vapeur de brome, s'étale et se diffuse alors dans toute la longueur du tube, pour être remplacée par de l'oxygène encore pur au contact duquel le liquide dégage de nouvelles vapeurs, et, en quelques instants, la coloration du gaz devient uniforme. L'intervention de l'oxygène comprimé a eu pour résultat de faire passer à l'état gazeux un poids notable de brome qui s'est ajouté à la vapeur existant primitivement dans l'appareil et en a considérablement accru la densité. Cette action est comparable à celle qu'un liquide exerce sur les corps qu'il dissout : c'est un phénomène de dissolution. Vient-on à abaisser la pression¹, la teinte s'affaiblit, et, en même temps, des gouttelettes de brome se déposent sur les parois ; on a ainsi la contre épreuve de l'expérience précédente. Ces gouttelettes disparaissent si on comprime de nouveau, et la coloration du gaz redevient aussi intense qu'auparavant. La dissolution, dans l'oxygène comprimé, d'une quantité très appréciable de brome est ainsi rendue tout à fait manifeste.

¹ Les variations de pression doivent être lentes afin de ne pas modifier sensiblement la température.

Vers 300 atmosphères, la coloration obtenue dépasse de beaucoup celle de l'eau bromée : elle est sensiblement la même qu'avec une épaisseur six à sept fois plus considérable de vapeur de brome saturée ordinaire.

Il n'est d'ailleurs pas nécessaire d'atteindre des pressions aussi élevées pour observer le phénomène. L'effet produit par l'oxygène est déjà appréciable, par comparaison, à partir de 1 atmosphère ; il est très marqué à 50 ou 100 atmosphères. Sous cette dernière pression, la densité du brome dissous paraît être environ triple de la densité de la vapeur de brome saturée dans le vide.

L'air se comporte à peu près comme l'oxygène : cependant, toutes choses égales d'ailleurs, la coloration obtenue est un peu plus faible.

L'iode se dissout également en quantité sensible dans l'oxygène, mais le phénomène n'est bien visible qu'à partir de 100 atmosphères et dans des tubes de 5 millimètres de diamètre ou moins.

L'hydrogène, qui est à la fois le plus léger de tous les gaz connus et l'un des plus difficilement liquéfiables, ne possède qu'un pouvoir dissolvant extrêmement faible, que l'on peut cependant mettre en évidence avec le brome sous des pressions de 200 à 300 atmosphères.

II. — FORMÈNE.

Le formène convient très bien pour dissoudre, en quantités notables, des liquides tels que le chlorure d'éthyle, le sulfure de carbone, l'alcool, ou des solides comme le camphre ou la paraffine. Avec ce dissolvant il n'est pas nécessaire d'atteindre de fortes pressions pour constater que la solubilité d'un liquide ou d'un solide dans un gaz peut être tout aussi grande que dans un dissolvant liquide. Ainsi le chlorure d'éthyle se dissout dans cinq ou six fois son volume de formène comprimé à 180 atmosphères ; à 200 atmosphères, vers $+17^{\circ}$, la quantité de chlorure que l'on peut dissoudre est telle que les deux fluides deviennent miscibles en toutes proportions, et la surface de séparation du liquide et du gaz disparaît. Le même phénomène se produit avec le sulfure de carbone vers 350 atmosphères à la température ordinaire, et à 250 atmosphères seulement à $+130^{\circ}$.

L'iode se dissout facilement dans le formène et lui communique une belle coloration violette qui, à 300 atmosphères, paraît très intense, même si on l'examine sous une épaisseur de 2 millimètres seulement. On peut également dissoudre du camphre ou de la paraffine, et cela en quantité bien visible même avec un demi-centimètre cube seulement de formène comprimé, soit moins d'un décigramme. Par décompression, les corps dissous se déposent :

l'iode, le camphre cristallisent sur les parois du tube, la paraffine donne lieu à une chute plus ou moins abondante de paillettes brillantes.

III. — ÉTHYLÈNE.

L'iode se dissout dans l'éthylène en quantité suffisante pour le colorer en violet très foncé sous une épaisseur de 2 millimètres, vers 300 atmosphères. Si on abandonne à elle-même cette dissolution, elle se décolore au bout d'une heure ou deux, par suite de la combinaison de l'iode avec l'éthylène ; l'iodure d'éthylène formé reste dissous : il se dépose en cristaux si on décomprime, se redissout si on rétablit la pression.

Au-dessus de 150 atmosphères, l'éthylène dissout abondamment la paraffine ; par décompression, celle-ci reprend l'état solide et forme dans le tube un véritable feutrage.

L'acide stéarique ordinaire se dissout également, mais en moins grande quantité que la paraffine.

Le camphre donne lieu à un phénomène particulier : si la pression est modérée, il prend directement l'état gazeux, comme dans le formène ; si, au contraire, on atteint 150 atmosphères, le camphre non encore dissous se liquéfie, puis se dissout dans le gaz quand on dépasse cette pression. Les mêmes phénomènes se passent en sens inverse pendant la décompression : il se dépose d'abord un liquide formé de camphre et d'éthylène ; à 150 atmosphères ce liquide se solidifie ; le camphre qui se dépose au-dessous de cette pression reprend sans transition l'état solide.

IV. — PROTOXYDE D'AZOTE. ACIDE CARBONIQUE.

Dans le protoxyde d'azote à 20 atmosphères, le brome se dissout comme dans l'oxygène à 40 atmosphères environ. L'acide carbonique comprimé, à l'état de vapeur saturée ou non, dissout sensiblement l'iode et se colore en violet. Le pouvoir dissolvant de ces gaz liquéfiables à la température ordinaire ne paraît d'ailleurs présenter aucune particularité. Mais les pressions que l'on peut atteindre sont limitées par la liquéfaction du gaz, à moins qu'on ne dépasse la température critique.

V. — PHÉNOMÈNES CRITIQUES.

Si l'on met, par exemple, du chlorure d'éthyle en présence de formène comprimé, on constate qu'à 200 atmosphères, à $+17^{\circ}$, le niveau du liquide perd sa netteté et se transforme en une zone de transition épaisse de quelques millimètres. Par agitation, les deux fluides forment alors un mélange homogène. Le phénomène est tout à fait semblable

à celui qu'on observe quand on chauffe un liquide en vase clos jusqu'à sa température critique. On est en présence d'un véritable point critique, déjà signalé par M. Cailletet à propos de l'acide carbonique liquide et de l'air.

La pression pour laquelle le niveau disparaît varie avec la température; on peut ainsi observer le phénomène de deux manières: 1° En élevant la température sous pression constante; 2° en augmentant au contraire la pression, la température restant invariable. Pour un gaz et un liquide donnés on aura ainsi une infinité de points critiques correspondant chacun à une température et une pression déterminées.

L'explication de ces phénomènes est très simple: la solubilité du liquide dans le gaz augmente quand on élève la pression ou la température. A une température donnée, si la pression est suffisamment forte, le formène saturé de chlorure d'éthyle, par exemple, aura la même composition que le chlorure d'éthyle saturé de formène, et les deux fluides se mélangeront: c'est ce qui a lieu à $+17^{\circ}$ sous une pression de 200 atmosphères; avec le sulfure de carbone et le formène il faudrait, à la même température, atteindre 350 atmosphères.

Les phénomènes que l'on observe au voisinage de ce point critique particulier sont tout à fait semblables à ceux que présentent les tubes Natterer ordinaires: la cause en est, toutefois, différente et ne consiste pas, comme pour ceux-ci, en un défaut d'équilibre thermique: les résultats sont, en effet, les mêmes quand on ne fait varier que la pression.

La formation, au point critique, d'une zone de transition provient de ce que la saturation réciproque des deux fluides ne peut être réalisée qu'au contact de leur surface de séparation, à moins que la diffusion ne soit aidée par l'agitation. C'est donc seulement au voisinage immédiat du niveau que le liquide et le gaz peuvent arriver à la même densité; il n'en est plus de même à une certaine distance: de là, une variation continue de la densité et de l'indice de réfraction dans toute la longueur du tube.

L'analogie avec les gaz liquéfiés se retrouve encore dans les apparences auxquelles donne lieu la condensation: si, par exemple, on abaisse la pression dans un tube à deux fluides préalablement amenés près de la pression critique, il se produit une ébullition et une pluie simultanées; la ressem-

blance est complète avec ce qui se passe, au voisinage de la température critique, dans un tube de Natterer que l'on refroidit. Ce phénomène s'explique ici sans difficulté: par décompression, le liquide abandonne une partie du gaz dissous, et réciproquement.

VI. — APPLICATIONS.

L'emploi des dissolvants gazeux fournit une solution nouvelle du problème de la distillation des corps altérables par la chaleur. On a ordinairement recours au vide quand il s'agit de substances de ce genre; leur point d'ébullition peut ainsi être abaissé suffisamment pour que la décomposition ne soit, en général, pas à redouter; mais ce procédé ne saurait évidemment convenir à des corps aussi peu volatils que l'acide stéarique par exemple. Un autre inconvénient de cette méthode est qu'à basse température la tension de vapeur devient souvent très faible. La vaporisation, il est vrai, est assez active, mais chaque litre de vapeur ne représente qu'un poids insignifiant de matière.

Il y aurait tout avantage à substituer à la distillation la dissolution dans un véhicule gazeux convenablement choisi. Cela équivaut à augmenter, dans un rapport considérable, la volatilité du corps en expérience. Par détente jusqu'à la pression ordinaire, la totalité des matières dissoutes se déposerait, le pouvoir dissolvant des gaz devenant alors sensiblement nul. C'est là une supériorité précieuse sur les dissolvants liquides. Les corps les plus volatils étant en même temps les plus solubles, une opération de ce genre donnerait des résultats analogues à ceux qu'on obtient par la distillation, mais elle serait beaucoup plus rapide et pourrait, en outre, s'appliquer à des corps tels que la paraffine ou la cire, ou encore à des composés explosifs. Le matériel à employer se réduirait à un réservoir de gaz comprimé et quelques tubes de verre épais ou de métal munis de robinets.

Ce procédé de distillation n'est pas seulement applicable aux expériences de laboratoire. L'industrie sait aujourd'hui préparer et manier les gaz comprimés, et on fabrique couramment des appareils capables de résister à plusieurs centaines d'atmosphères. Il n'y aurait donc aucune difficulté à ajouter les gaz comprimés à la série des dissolvants employés par la Chimie industrielle.

P. Villard,

Docteur en sciences.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Le Roy (Edouard), Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure, Agrégé de l'Université. — *Sur l'intégration des Equations de la Chaleur* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-4° de 262 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

Soit T un corps, sur la surface S duquel la loi de répartition des températures V soit arbitrairement donnée à l'avance. On peut se proposer un double problème. Trouver la répartition intérieure des températures V : 1° dans le cas de l'équilibre thermique ou du régime permanent, quand le V d'un point est déterminé uniquement par la situation du point dans T ; 2° dans le cas du refroidissement, c'est-à-dire lorsque V dépend aussi du temps t .

Mettant les problèmes en équations, d'après les lois de Fourier, on écrit deux équations bien connues aux dérivées partielles du second ordre; linéaires par rapport aux dérivées; avec une fonction inconnue V de quatre (ou trois) variables indépendantes x, y, z et t . Ces équations, dites « de la chaleur » se rencontrent aussi dans diverses autres questions de la Physique mathématique.

M. Le Roy s'occupe principalement de démontrer l'existence de la fonction inconnue V ; il s'aide des méthodes de M. Poincaré principe de Dirichlet, généralisé; procédé du balayage).

Un cas particulier est celui des fonctions harmoniques, solutions de

$$\Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0,$$

qu'on développe en série à l'aide des fonctions harmoniques fondamentales. Une application est faite au problème des membranes vibrantes.

Les deux cent cinquante-neuf pages de la thèse sont une suite serrée de calculs et de raisonnements d'ordre le plus abstrait. Peu de théorèmes, mais, pour chacun, des démonstrations longues et minutieuses. Tout cela se prête fort mal pour un compte rendu succinct.

Ces recherches de Physique mathématique sont extrêmement ardues et la thèse fait le plus grand honneur à son auteur.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences de Mathématiques
à l'Université de Lyon.

Fechner (Gustav-Theodor). — *Collectivmasslehre* (Théorie des Mesures collectives), publié, sous les auspices de la Société saxonne des Sciences, par G.-F. Lipps. — 1 vol. gr. in-8° de 484 pages. (Prix broché : 14 marks ou 17 fr. 30.) Engelmann, éditeur. Leipzig, 1898.

Les nombreux matériaux rassemblés dans cet ouvrage ne pouvaient être amassés que peu à peu, au fur et à mesure des occasions et des lectures; aussi l'illustre physiologiste consacra-t-il de longues années à les recueillir, à les discuter et à les ordonner; puis, se sentant devenir vieux, il songea à les publier, et prépara, à peu de chose près, le texte tel que la Société saxonne des Sciences vient de le publier. Quelques chaînons manquaient cependant, divers calculs étaient incomplets, de telle sorte que l'ouvrage, sous peine de rester à jamais tronqué, nécessitait une révision complète avant de pouvoir affronter l'impression. M. Lipps s'est chargé de cette délicate mission, qu'il a accomplie avec beaucoup de discrétion. Peut-être même en a-t-il montré plus qu'il n'eût convenu. Son style, plus rapide que celui du maître — on le voit dans les additions issues de sa plume, — aurait donné à tout l'ou-

vrage une tournure plus alerte, s'il s'était cru autorisé à abrégé ou à couper des phrases un peu longues.

Le but de l'ouvrage est de montrer les relations qui existent entre les divers éléments d'un objet collectif, c'est-à-dire d'un complexe formé d'unités isolées et simplement réunies par les lois du hasard. Une définition de l'objet collectif convenait tout d'abord; on ne saurait, en effet, l'imaginer constitué par des éléments disparates que le hasard seul aurait réunis sans aucune restriction. Si, par exemple, on considère comme objet collectif l'ensemble des hauteurs d'un grand nombre d'individus, on les prendra du même sexe, de même race et approximativement de même âge, à moins qu'on les choisisse alors qu'ils ont atteint toute leur taille. Réunir des enfants et des hommes au hasard ne conduirait pas à la constitution d'un objet collectif, et il deviendrait impossible d'appliquer les lois du hasard à la répartition de leur taille. L'objet étant lui-même défini, on remarque divers éléments qui jouent un rôle prépondérant dans sa discussion, et que l'auteur nomme ses *valeurs principales*. Ce sont, en première ligne, la valeur moyenne de toutes les unités isolées, la valeur la plus dense, et la valeur centrale. La deuxième de ces grandeurs pourrait aussi être nommée la valeur la plus probable des éléments isolés. La dernière est celle qui sépare les unités en deux groupes de même nombre. Il est évident que, dans les répartitions symétriques, comme on les considère généralement dans les sciences d'observation, les trois valeurs principales coïncident.

La valeur moyenne peut aussi être définie comme étant celle pour laquelle la somme des carrés des différences par rapport à chacune des unités isolées est un minimum. La dernière possède, ainsi que l'avait antérieurement démontré l'auteur, la propriété de donner une valeur minima à la somme des valeurs absolues des différences, pour une loi asymétrique quelconque, à la condition que les unités soient en nombre infini.

Telles sont les définitions générales qu'il suffit de connaître pour suivre l'auteur dans la discussion des particularités de divers objets collectifs pris dans la réalité. Ces objets sont essentiellement les suivants : grandeur des recrues dans la Saxe; mesure du pointeur du crâne de 430 squelettes; poids des organes internes de l'homme; longueurs des grains de seigle dans divers épis; hauteurs barométriques et températures; hauteurs d'eau tombée.

Les méthodes suivies sont, en gros, celles que Quételet avait employées dans ses *Lettres sur la théorie des probabilités* et dans sa *Physique sociale*. Fechner complète ses vues et les modifie en plus d'un endroit.

A première inspection, rien ne paraît plus dénué d'intérêt que la liste des grandeurs de toutes les recrues mesurées en Saxe pendant vingt ans. Mais, sous la conduite de l'auteur, une excursion à travers tous ces chiffres devient peu à peu d'un vif attrait. Il montre comment, suivant les classes sociales, la grandeur varie, comment, surtout dans les districts pauvres, la proportion des gens incomplètement développés dépasse la probabilité tirée de la moyenne et de l'écart moyen. Les étudiants, au contraire, dont plusieurs milliers ont été mesurés dans cette période, fournissent une moyenne supérieure à celle de toutes les classes mélangées de la population; surtout, les hommes *trop petits* y sont beaucoup plus rares.

Groupant les hauteurs année par année, on trouve aussi, dans toutes les classes, des différences remarquables et inattendues, dont les causes peuvent être trouvées dans les conditions sociales qui ont régné sur le pays vingt ans auparavant.

On voit l'intérêt que prennent ces développements pour la statistique. Dans les sciences de mesure aussi, on se fie trop souvent aux moyennes brutes, sans se préoccuper de la répartition des éléments qui concourent à les former. C'est là une faute dont les résultats pâlisent souvent. Un peu plus de soin dans la discussion des différences ferait souvent découvrir des phénomènes cachés qui, généralement, disparaissent dans les moyennes.

L'ouvrage que nous analysons n'y conduit pas directement, puisqu'il ne traite d'aucune observation de la Physique ou de l'Astronomie proprement dites. Mais il peut en donner le goût, en montrant combien cette discussion est féconde en résultats, et pourrait, à ce titre, être recommandé aux méditations de tous ceux qui désirent tirer de leurs observations tout ce qu'elles peuvent donner, tout en éliminant ce qu'elles ne donnent pas réellement.

Nous avons dit au début que celui à qui était échue la mission de publier cet ouvrage eût pu se limiter moins dans les additions. Par exemple, l'ouvrage aurait gagné en clarté s'il contenait quelques diagrammes, que l'auteur aurait probablement jugés nécessaires s'il avait lui-même corrigé les épreuves. Ces diagrammes de répartition sont heureusement faciles à établir, et la plupart des lecteurs désireux d'aller au fond des choses les exécuteront sans doute pour leur propre compte.

CH.-ED. GUILLAUME,
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

2° Sciences physiques

Tommasi Donato, Docteur ès sciences. — *Formulaire physico-chimique.* — 1 vol. in-8° de 360 pages. (Prix : 6 fr.) J. Fritsch, 30, rue du Dragon, Paris, 1898.

Un formulaire rassemblant les données numériques les plus précises sur les propriétés des différents corps serait, pour les expérimentateurs, un outil précieux. Cette tâche ingrate et difficile a été entreprise plusieurs fois déjà, mais doit constamment être remaniée et remise à jour. M. Donato Tommasi, que ses recherches sur les sujets les plus variés ont dû conduire à rassembler un grand nombre de documents, les a réunis et publiés sous le titre de : *Formulaire physico-chimique*. Un tel ouvrage échappe à l'analyse; tel quel, il pourra certainement rendre des services, mais il semble qu'il aurait gagné à ce que son auteur tint davantage compte des innombrables mesures physico-chimiques qui ont été effectuées depuis quelques années.

G. CHARPY,
Docteur ès sciences.

Lebeau (P.). — *Recherches sur le Glucinium et ses composés.* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 brochure in-8° de 48 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1898.

L'étude que M. Lebeau vient de consacrer aux composés du glucinium, et qu'il a faite dans le laboratoire de M. Moissan, est surtout importante par l'application à ces matières des méthodes du four électrique.

La glucine, autrefois regardée comme infusible, fond, et même se volatilise, aux températures réalisées dans l'arc. On l'a considérée autrefois comme indécomposable par les corps simples agissant isolément. Seule l'action simultanée du charbon et du chlore détruisait, au rouge, l'union de l'oxygène et du métal. Aux températures extrêmement élevées réalisées par le courant, il en est tout autrement : pour la glucine, comme pour la chaux, la liaison entre le métal et l'oxygène se trouve rompue par la seule action du carbone, qui se combine avec l'un et l'autre; il reste un carbure métallique. Le carbure de calcium et le carbure de glucinium sont toutefois de constitution différente, car, en réagissant sur le premier, l'eau donne de la chaux éteinte et de l'acétylène; le second, décomposé par

l'eau, dégage, au contraire, du méthane, et se comporte, à cet égard, comme le carbure d'aluminium découvert par M. Moissan. — Le bore réduit aussi la glucine dans l'arc électrique, mais la présence inévitable du charbon provoque la formation d'un borocarbure, $C_2B_2O_4$, indécomposable par l'eau. — Le silicium réduit encore la glucine, mais des difficultés expérimentales empêchent de séparer de la masse obtenue un produit défini. — Tandis que le chlore, seul, n'attaque pas la glucine, le fluor seul, à chaud, la transforme en fluorure. — Ainsi se trouve attaquée, soit par des réactifs nouveaux, comme le fluor, soit par l'action de corps simples déjà connus, carbone, bore, silicium, employés maintenant dans des conditions nouvelles, la molécule de la glucine, regardée autrefois comme très stable à la suite des travaux des premiers chimistes qui l'ont étudiée.

Tandis que la liaison entre les éléments de l'oxyde n'est rompue que par ces actions violentes, les combinaisons halogénées, fluorure, chlorure, iodure, subissent plus facilement des transformations importantes. Les métaux alcalins, agissant sur elles, y déplacent l'élément halogène et rendent libre le métal. Ce déplacement que produisent le potassium et le sodium, le lithium et le magnésium le produisent encore.

Le courant électrique, qui ne décompose pas la glucine, produit l'électrolyse du fluorure, pourvu qu'on l'emploie à l'état de fluorure double, car le fluorure de glucinium fondu ne conduit pas le courant. Ces combinaisons halogénées présentent donc beaucoup d'intérêt. M. Lebeau a repris leur étude : il indique, pour les obtenir pures, plusieurs méthodes, dont l'une, par voie sèche, consiste à attaquer par l'hydride gazeux le carbure de glucinium : le chlorure, bromure, iodure, se subliment, et il reste après l'attaque un résidu de charbon.

La préparation du glucinium pur est l'une des parties importantes du travail de M. Lebeau. On obtient ce métal en soumettant à l'électrolyse le fluorure double de glucinium et de potassium (ou de sodium) fondu, à la température du rouge sombre. La cathode est un creuset de nickel, et l'anode une baguette de charbon graphique. — Le métal forme des cristaux que l'oxygène, le fluor, le chlore, l'iode attaquent : les solutions acides ou alcalines le dissolvent. Il donne, avec les autres métaux, notamment avec le cuivre, des alliages intéressants.

Au commencement de son travail, M. Lebeau a appliqué encore la méthode du four électrique à l'attaque de l'émeraude, première phase de la préparation des composés du glucinium. Faisant réagir, suivant la méthode de M. Moissan, sur ce silicate double d'alumine et de glucine, à l'énorme température de l'arc, le carbure de calcium comme réducteur, il obtient l'élimination de la silice sous forme de silicure de carbone, inattaquable aux acides. Le résidu, après l'opération, est en majeure partie formé de carbures qui réagissent sur l'eau. Cette réaction de l'eau une fois faite, ou a un mélange de glucine, d'alumine et de chaux, qu'on sépare par les méthodes ordinaires de la Chimie.

L'étude de M. Lebeau a fait faire, sur tous ces points, des progrès importants à la question des composés du glucinium. L'auteur a dû laisser de côté plusieurs points qu'il signale, et dont l'étude comportait trop de temps et trop d'étendue : tels sont les densités de vapeurs des composés volatils, la valence du métal, le cyanure que M. Lebeau a préparé (aucun cyanure de glucinium n'avait été décrit avant lui). Ces études, qu'il se réserve d'entreprendre par la suite, peuvent amener quelques conclusions sur le classement, encore incertain, du glucinium parmi les éléments.

La mention rapide des principales propriétés physiques du glucinium, sujet sur lequel a porté la seconde thèse, aurait complété, sans l'allonger beaucoup, l'étude pleine d'intérêt que M. Lebeau a donnée.

LÉON PIGEON,

Professeur adjoint à l'Université de Dijon.

3^e Sciences naturelles

Lang (Arnold), Professeur à l'Université de Zurich. — *Traité d'Anatomie comparée et de Zoologie, traduit par G. CUREL, T. II. — 1 vol. in-8° contenant 573 pages et 170 figures. (Prix : 22 francs.) G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1898.*

L'espèce d'inquiétude, de malaise, dont le zoologiste soucieux de se tenir au courant des progrès de la science ne peut se défendre devant le flot toujours montant et l'importance inégale des publications scientifiques, risque de devenir bien vite du découragement pour l'étudiant qui serait réduit à ses seules forces en face des questions diverses et complexes de la Biologie animale avec lesquelles il doit se familiariser. L'excellent conseil que nous répétaient nos maîtres : « Fuyez les manuels, lisez les mémoires originaux pour vous faire une opinion raisonnée », ne saurait plus être de mise, au moins sous sa forme absolue, sans guide et sans assistance. A ce titre, ce serait rendre un grand service aux futurs savants, aux chercheurs de demain, que de réunir, sous un format commode et à un prix accessible, quelques-uns au moins des mémoires fondamentaux, anciens ou récents, les plus remarquables par l'importance des résultats ou la valeur de la méthode. Ils devraient être réédités sous leur forme originale, accompagnés seulement de sobres annotations ou commentaires pour mettre au point ce qui n'est plus acceptable dans l'état actuel de la science.

Mais un tel recueil n'existe pas. A son défaut, nous devons saluer avec joie l'éclosion, en nombre toujours croissant, des traités de Zoologie ou d'Anatomie comparée, éclosion qu'a déterminée la nécessité reconnue de coordonner les résultats des travaux isolés à l'usage des étudiants, comme elle a déjà amené, à l'usage du savant ou du spécialiste déjà mûri, la publication de travaux de révision toujours plus nombreux ou l'entreprise de grands ouvrages encyclopédiques collectifs, tels que le *Bronn's Klassen und Ordnungen* ou le *Tier-Reich*, en cours d'exécution sous les auspices de la *Société zoologique allemande*.

Les grands traités de Zoologie les plus récents sacrifient, en général, beaucoup à l'ambition d'être complets et au souci de présenter au lecteur un tableau impartial, également éclairé dans toutes ses parties, de l'état actuel de la Zoologie. Le traité de Lang est moins complet, mais plus personnel. L'auteur a résolu de débayer le terrain et fait son choix parmi les matériaux. On aurait certainement une idée peu exacte de la place relative que les différents groupes tiennent dans la nature ou de la somme des travaux auxquels chacun a donné lieu si on les mesurait par le nombre de pages qui leur est consacré dans l'ouvrage. Ainsi, le premier volume, dont nous avons rendu compte ici même lors de son apparition, renfermait, outre les notions fondamentales de Morphologie, d'Embryologie et d'Histoire générales, l'histoire des Protozoaires, Spongiaires, Coelentérés, Plathelminthes, Vers et Arthropodes ; le second, dont la traduction française vient de paraître, ne contient que les Mollusques et les Echinodermes, plus deux petits appendices pour le *Balanoglossus*, le *Cephalodiscus* et le *Rhabdopleura*. La partie attribuée au petit embranchement des Echinodermes est, à elle seule, supérieure à la part de tous les Arthropodes ; elle est plus du double de celle des Vers.

C'est que l'auteur se montre moins soucieux des différences purement morphologiques entre êtres plus ou moins voisins, dont l'analyse constituait autrefois presque toute la Zoologie, que des affinités évolutives des organes et des organismes. Il le prouve encore par la place restreinte qu'il assigne à la classification, comme à tout ce qui est d'ordre purement descriptif.

Étant donné que l'ouvrage est un livre d'enseignement, un guide pour faciliter la compréhension de questions multiples, souvent ardues et non un répertoire documentaire, il faut louer, au moins pour sa

souplesse, le plan suivi par l'auteur. C'est un compromis heureux entre la méthode de la Zoologie pure et celle de l'Anatomie comparée. L'histoire morphologique de chaque embranchement forme un tout distinct, rattaché aux autres, seulement à la fin, par le bref exposé des affinités et de la phylogénie qui termine chacun des chapitres.

A l'inverse de la marche suivie ordinairement, c'est la classification qui ouvre chaque chapitre ; elle est réduite à ses grandes lignes, à la notion de quelques types choisis parmi les plus saillants, comme pour jeter un rapide coup d'œil sur l'étendue et la configuration du terrain à étudier. Puis, au cours de l'étude anatomique, appareil par appareil, toutes les questions théoriques que soulèvent les particularités morphologiques du type étudié sont passées en revue, dans un langage toujours sobre et précis, sans que l'auteur s'astreigne à suivre un plan identique pour des groupements animaux qui soulèvent des questions d'ordre tout différent.

L'avantage de cette méthode est particulièrement sensible pour les groupes qui, comme les Mollusques, montrent une variabilité poussée à ses extrêmes limites. L'étudiant se perd dans le détail des formes, qu'il rattache mal les unes aux autres s'il n'a d'emblée un fil conducteur. Aussi Lang n'hésite-t-il pas à créer d'abord de toutes pièces un type initial, le Mollusque primitif, auquel il ramène ensuite les formes existantes, en les comparant d'abord au point de vue de la forme et des organes extérieurs, puis de l'organisation interne. A propos du système nerveux, l'auteur s'attache en particulier à la solution de la question importante de la *chiasmaturie*, ou entre-croisement des connectifs pleuro-viscéraux chez les Gastéropodes prosobranchiens. Hadmet, pour en expliquer l'origine, l'hypothèse d'une rotation d'arrière en avant et de droite à gauche de tous les organes palléaux, entraînant dans leur mouvement le cœur et les ganglions pariétaux qui sont liés aux branchies. Et cette hypothèse l'amène à un essai d'explication mécanique de l'asymétrie des Gastéropodes, qui résulte, en outre du transport en avant des différents organes paléaux, de la disparition d'une branchie (*tétanion*) et d'un rein, et de l'enroulement du sac viscéral.

A noter aussi, pour la clarté de l'exposé, le chapitre de la cavité générale. La cavité générale secondaire (*coelome*) est divisée, chez les Mollusques, secondairement en deux chambres : le péricarde et la cavité des organes génitaux, communiquant avec l'extérieur par l'int-rmédiaire des reins (*néphridions*). Enfin, pour la phylogénèse, l'auteur fait dériver les Mollusques non des Annelides comme on le fait habituellement, mais directement des Plathelminthes, d'animaux à forme de Turbellariés.

Pour les Echinodermes, traités aussi au point de vue de l'Anatomie comparée dans les limites de l'embranchement, ce sont les parties squelettiques qui ont la valeur comparative la plus importante, et l'auteur commence par préciser les pièces fondamentales, homologues dans toute la série (*système oral*, 5 plaques, et *système apical*, 6 plaques), et leurs modifications caractéristiques des différentes classes, avant de passer à l'analyse des formes extérieures et de l'organisation.

Les affinités des Echinodermes sont encore douteuses. Lang suggère qu'ils ont pu avoir pour souche primitive un organisme hypothétique (*Dipleurala*) libre, ovoïde, à symétrie bilatérale, présentant deux paires de vésicules coelomiques dont les antérieures communiquaient avec l'extérieur, et un système nerveux formé d'un centre nerveux apical et de deux cordons ganglionnaires longitudinaux. Cette forme se serait ensuite fixée par l'extrémité antérieure du côté droit, d'où aurait résulté l'asymétrie qui se retrouve chez tous les Echinodermes, quoique plus ou moins masquée par la symétrie radiaire développée secondairement sous l'influence de la vie fixée. C'est le stade phylogénétique *Pentactea* d'où seraient dérivées toutes les formes actuelles, mais dont les Crinoïdes seuls ont conservé la vie fixée. Les Holothuries se seraient détachées des premières, par

l'intermédiaire peut-être des Cystoides paléozoïques, puis les Echinides, les Ophiuroïdes, et, en dernier lieu, les Astéroïdes.

Le volume se termine par un court chapitre sur les Entéropeustes et un appendice sur le *Cephalodiscus* et le *Rhabdopleura*.

Tel qu'il se présente, l'ouvrage n'est pas compact; les coupes avec titre spécial sont multipliées dans chaque chapitre; on trouve sans effort la question qu'on veut revoir, et la traduction de M. Cuvier apporte ses mérites propres de clarté et de précision pour faire de l'ouvrage de Lang un livre d'une lecture aisée et attachante. Il est seulement regrettable que son apparition soit un peu tardive: elle paraît quatre années seulement après l'apparition du volume original et neuf ans après l'apparition du premier volume. Nous sommes habitués à trouver maintenant dans presque tous les traités de Zoologie modernes, au lieu des affreuses illustrations banales d'autrefois, sans rapport direct avec le texte, des dessins originaux, ou, tout au moins, établis spécialement en vue de l'ouvrage qu'ils illustrent, étroitement adaptés au texte imprimé qu'ils éclairent et soutiennent. Mais il ne faudrait pas que l'apparition tardive du volume nous fit oublier que l'ouvrage de Lang est un des premiers dans lesquels ait paru le souci de multiplier les figures originales, de les mettre en harmonie complète avec le texte pour juxtaposer, en quelque sorte, au texte écrit un véritable texte figuré qui a, et prendra de plus en plus dans l'avenir, nous en sommes certain, toute la valeur d'une langue internationale.

G. PRIVOT,

Professeur à l'Université de Grenoble.

4^e Sciences médicales

Debieuvre (Ch.), *Professeur d'Anatomie à l'Université de Lille*. — *L'Hérédité normale et pathologique*. — 1^{re} brochure de 40 pages de l'Œuvre médico-chirurgicale n° 4). (Prix: 1 fr. 25.) G. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1898.

Après avoir discuté la valeur et montré l'insuffisance des définitions de l'hérédité, M. Debieuvre propose une formule à la fois plus simple et plus complète en disant que l'hérédité est la transmission à l'être procréé des caractères, attributs et propriétés de ses ascendants.

Il expose ensuite les divers modes d'hérédité dans un petit chapitre très important de définition et de classification.

L'hérédité physiologique, celle qui transmet la forme, la constitution et les qualités des corps, est individuelle, familiale, ancestrale. L'hérédité individuelle est celle que tout individu est sujet à transmettre; elle comporte diverses qualités que cet individu a acquises. Les mutilations accidentelles survenues pendant la vie ne se transmettent pas; mais des variations embryonnaires sont transmissibles. Plusieurs problèmes de l'hérédité sont posés et résolus par M. Debieuvre. La part que chacun des procréateurs donne à leur produit est discutée. Elle semble quelquefois prédominer ici en faveur du père, là, en faveur de la mère; aussi ne peut-on adopter que cette formule: Jamais l'un des deux n'a une action exclusive; toujours l'un d'eux a une action prépondérante sans qu'il soit possible de trouver une proportion dont le sexe donnerait la raison. Le sexe n'est d'ailleurs qu'une condition secondaire. « Le sexe, dit M. Debieuvre, n'est qu'une possibilité, il n'est pas héréditaire. »

La question de l'hérédité de famille, dont dépend celle de la consanguinité, est l'objet de grands désaccords. Au fond, la consanguinité, si elle multiplie les défauts d'une famille, en exalte également les qualités. On ne peut donc établir de loi générale à ce sujet. L'auteur développe ensuite l'hérédité de race, l'atavisme. Il en montre la ténacité, appuie sa démonstration d'exemples nombreux et indique les différences

qui existent entre ses manifestations propres et les cas tératologiques qui dépendent d'une affection intra-utérine et sont du ressort de la pathologie.

Pour expliquer l'hérédité par influence, les phénomènes d'impregnation maternelle par le premier mâle, M. Debieuvre, tout en récusant la théorie de la superfécondation, admet la transmission de la forme d'activité nutritive du premier père à toutes les cellules maternelles par les échanges sanguins entre la mère et le premier fœtus. L'hérédité psychique, si haute en conséquences, celle des caractères acquis, qui aboutit à l'apparente fixité des espèces, sont ensuite exposées. Puis c'est l'étude de l'hérédité pathologique, à laquelle un texte de l'éminent clinicien Hanot sert d'exorde. Le polymorphisme de cette hérédité est très varié. Ainsi, l'hérédité tératologique transmet dans les familles des monstruosités comme l'anencéphalie, des anomalies (bec de lièvre, polydactylie, etc.). L'hérédité névropathique similaire ou hétéromorphe est la mieux établie des tares pathologiques héréditaires. Les autres hérédités (cancer, diathèses, infections, intoxications) sont successivement passées en revue.

Dans un dernier chapitre, M. Debieuvre expose les théories de l'hérédité, et fait une critique judicieuse de celle de Weismann. Pour en montrer la « base physique », c'est-à-dire les phénomènes dont l'observation a servi à édifier l'hypothèse actuelle et ses interprétations plus justes, l'auteur a dû expliquer la fécondation, les modifications caryocinétiques de la cellule. Il l'a fait avec toute la précision et la concision désirables. On se prend toutefois à regretter l'absence des belles figures schématiques que possède l'éditeur de l'« Œuvre médico-chirurgicale ». Car, aujourd'hui, écrire les actes successifs de la caryocinèse et les lire sans l'aide de figures est aussi agréable, quel qu'habitude qu'on en ait, que d'étudier un traité de géométrie dont les planches auraient été omises. (Ceci est dit bien plus à l'adresse de nombre d'imprimeries en général qu'en reproche à l'excellente typographie de M. Masson.) Dans quelques pages de conclusion, l'auteur résume les faits précédemment exposés, et en montre toute la partie philosophique.

M. Debieuvre s'est attaché à l'un des plus considérables problèmes dont la solution puisse tenter l'esprit. Il l'a fait avec une grande largeur d'idées et toute la précision qui nous est actuellement permise. Cette monographie, où règne une déduction scientifique très pure et une méthode très serrée, fait honneur au savant professeur de l'Université de Lille. Dr A. LÉTIENNE.

Mont'Alverne de Sequeira. — *Os Alienados nos Açores* (LES ALIÉNÉS AUX AÇORES). — 1 vol. in-8° de 136 pages avec 20 tableaux. Typographia Elzeviriana. Ponta Delgada, 1898.

La monographie fort bien faite que le Dr Mont'Alverne de Sequeira vient de consacrer aux aliénés des Açores, nous a paru intéressante à signaler aux lecteurs de la *Revue*.

Le gouvernement portugais ayant décidé de créer dans l'île de Saint-Miguel un établissement d'hospitalisation pour les aliénés, le Dr Mont'Alverne a été chargé de dresser la statistique exacte de ceux-ci dans tout l'archipel des Açores. C'est cette statistique qui forme la base de son ouvrage. Pour chaque malade, l'auteur a dressé une feuille indiquant: le nom, l'âge, l'état civil, la profession, la condition de fortune, la nationalité, la variété de la maladie, sa durée, ses causes probables, le traitement, l'état des parents et des descendants, etc. Ces renseignements ont été résumés, pour chacune des dix-neuf communes de l'archipel, en un grand tableau. L'auteur commente chacun de ces tableaux et en tire de précieuses indications tant au point de vue de l'aliénation mentale en général qu'au point de vue de l'établissement d'un hôpital d'aliénés aux Açores en particulier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 Octobre 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. Gordan propose une nouvelle formule pour le calcul du résultant R de deux équations. — M. P. Painlevé donne la solution complète du problème suivant : Déterminer explicitement toutes les équations différentielles du second ordre $y'' = R(y', y, x)$, où R est rationnel en y' , algébrique en y , analytique en x , et dont les points critiques sont fixes.

SCIENCES PHYSIQUES. — MM. H. Pellat et P. Sacerdote ont déterminé la variation des constantes diélectriques avec la température. Celle de la paraffine diminue lorsque la température s'élève; celle de l'ébonite augmente, au contraire, avec la température. Il en résulte une modification importante dans le calcul de l'énergie d'un condensateur chargé à température constante. — M. Henri Morize a cherché à mesurer la durée de l'émission des rayons de Röntgen à l'aide d'un appareil nouveau. Il a constaté qu'à chaque émission du courant dans le primaire de la bobine correspondent plusieurs décharges successives dans le tube; il peut y avoir jusqu'à quatre décharges. La durée d'une émission totale est, en moyenne, de 0,00109 secondes. — MM. D. Macaluso et O.-M. Corbino ont observé une nouvelle action subie par la lumière polarisée en traversant certaines vapeurs métalliques soumises à un champ magnétique. Avec les vapeurs de sodium, on observe, à côté de chacune des deux raies D, des bandes parallèles, alternativement lumineuses et obscures, qui se déplacent quand on fait tourner l'analyseur. Ces bandes sont dues à la lumière polarisée en divers plans, le plan de polarisation primitif ayant subi une rotation croissante de l'extérieur vers le bord de la raie. La rotation se produit dans le sens du courant magnétique. — MM. G. Hermitte et G. Besançon communiquent les résultats de la dernière ascension de leur petit ballon-sonde. Le diagramme fourni par le thermomètre indique une température minima de -60°C . pour une altitude de 6.500 mètres environ. C'est la température la plus basse que l'on ait observé à cette hauteur relativement faible. — M. M. Berthelot a analysé un objet métallique trouvé dans des fouilles relatives à l'époque gallo-romaine; il est constitué par un alliage de cuivre et de plomb, contenant un peu d'étain et de zinc; cet alliage possède une couleur jaune doré. M. G. Bauge, par ébullition avec l'eau, à l'abri de l'air, des différents carbonates doubles de protoxyde de chrome, a obtenu un hydrate d'oxyde salin de chrome. Ce corps est susceptible de plusieurs états d'hydratation : 1^{er} $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, corps obtenu par Pélégot; 2nd $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, facilement déterminable c'est le corps obtenu d'abord par l'auteur; 3rd un hydrate rouge brique instable, renfermant vraisemblablement quatre molécules d'eau. — M. C. Hugot a préparé, par l'action du sodammonium sur l'arsenic, le composé $\text{AsNa}_3 \cdot \text{AsI}_3$. C'est un corps rouge brique, cristallisable, contenant généralement quelques traces d'amidure de sodium. — M. H. Allaire a préparé un certain nombre de boracites iodées soit en faisant réagir les vapeurs d'un iode métallique sur le borate correspondant dans un courant d'acide carbonique, soit en fondant un mélange d'iode de sodium et d'iode métallique en présence d'acide borique et d'un peu de borax. Les corps obtenus sont cristallins; ils sont de la forme : $6\text{RO} \cdot 8\text{Bo}^{\circ}\text{P} \cdot \text{RI}_3$, où R = Mg, Zn, Cd, Mn, Ni, Co, Fe. — MM. C. Istrati et A. Zaharia ont constaté que le camphre est plus

soluble dans l'eau qu'on ne le croit généralement. D'autre part, le camphre est assez soluble dans l'acide chlorhydrique, probablement grâce à la formation d'une chlorhydrine. La solubilité dans cet acide est beaucoup plus forte à froid qu'à chaud. — MM. H. Couriot et J. Meunier ont introduit dans des lampes à incandescence un mélange de grisou et d'air au maximum d'explosivité. Lorsqu'on fait passer le courant, le filament rougit, puis s'obscurcit progressivement sauf en un certain point où il finit par se briser; il n'y a jamais d'explosion; le mélange grisoueux est brûlé sans flamme. Mais si le filament a été préalablement brisé, les étincelles qui jaillissent entre les points de rupture lorsqu'on établit le courant provoquent dans quelques cas l'explosion du mélange et de la lampe. — M. M. Harriot a fait passer un courant d'ozone sur de la graisse bien neutre et purifiée; dans ces conditions, la graisse a pu fixer jusqu'à 23% de son poids d'oxygène. Mais l'auteur n'a pu constater la formation d'aucun corps réducteur, sucre ou amidon; les produits de l'oxydation sont des acides gras: acide acétique (qui a été déterminé par l'auteur) et probablement acide butyrique.

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — MM. S. Arloing et Ed. Chantre communiquent leurs recherches sur la contraction du sphincter ani et du court jambier latéral chez le chien. Sous le rapport de l'aptitude à entrer en tétanos, la secousse du sphincter est plus lente à établir et à disparaître que celle du jambier latéral; la période d'excitation latente est aussi plus longue pour le premier que pour le second. — M. E.-H. Bouvier décrit un nouveau crustacé anomure de la famille des Hippides, le *Blepharopoda fauriana*. Ses observations le conduisent à penser, avec M. Boas, que tous les Anomures ont eu, pour point de départ, la même forme fondamentale qui tenait à la fois des Homariens et des Thalassinidés. — M. L. Bordas a étudié anatomiquement les organes arborescents ou pommous aquatiques de quelques Holothuries. Il a reconnu que ces organes, outre leurs fonctions respiratoire, hydrostatique ou locomotrice, amœbopoiétique ou plastidogène, jouent encore le rôle de glandes excrétrices, analogues aux glandes urinaires. — M. Georges Fron a constaté que la structure de la racine chez les Chénopodiacées présente, dans le groupe des Spirolobées, et chez certaines espèces du groupe des Cyclolobées, une asymétrie de structure qui se traduit, sur une coupe transversale, par la disposition des tissus suivant une double spirale. Cette asymétrie a pour cause la compression mécanique des cotylédons contre la radicule dans la graine. — M. A. Lacroix a observé, au contact des calcaires paléozoïques et des granites de l'Arizège, des filons de roches acides (granulite et pegmatite), qui ne sont, d'après lui, que le résultat des transports moléculaires effectués par l'intermédiaire d'agents minéralisateurs ayant accompagné le magma granitique. C'est une preuve matérielle de la réalité de ces apports durables qui, généralement, constituent le caractère essentiel des transformations métamorphiques de contact des roches éruptives. — M. F.-A. Forel communique le résultat de ses expériences sur la circulation des eaux dans l'intérieur du glacier du Rhône. La vitesse observée est analogue à celle des ruisseaux coulant à l'air libre, dans les mêmes circonstances de pente et de débit; on en conclut que l'eau circule sans s'arrêter dans des bassins, réservoirs ou lacs. Dans d'autres cas, où l'on a constaté un écoulement plus lent, il faut admettre, au contraire, l'existence de poches souterraines où l'eau séjourne un certain temps.

Séance du 24 Octobre 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. G. Bigourdan** communique ses observations de la nouvelle comète Brooks (20 octobre 1898) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest). — **M. Hatt** présente une feuille nouvelle de la carte hydrographique des côtes de la Corse (environs de Bastia et de Saint-Florent). La gravure du relief, représenté en lumière oblique, par **M. Delaune** est très remarquable. — **M. Emile Picard** communique les principaux résultats d'un mémoire sur les intégrales doubles de seconde espèce relatives aux surfaces algébriques. Il donne la définition de ce qu'il entend par ce terme, d'abord en se plaçant au point de vue général, puis en faisant intervenir la considération des résidus de l'intégrale double. Il indique ensuite deux théorèmes fondamentaux sur la forme de ces intégrales, puis sur le nombre φ d'intégrales doubles distinctes attachées à une surface; ce nombre est un invariant. Il termine par l'étude de la connexion entre la théorie des intégrales doubles de seconde espèce et l'étude des cycles linéaires sur une surface. — **M. de Jonquières** donne la solution du problème suivant : Supposant connues deux transformations semblables de la forme F , l'une en la forme $f = (a, b, c)$, l'autre en l'inverse de celle-ci $f' = (-a, b, -c)$, trouver, à l'aide de ces seules données, une solution de l'équation indéterminée $f^2 - D^2 = -1$, ou plus généralement $= -m^2$. — **M. E. Goursat** étend aux équations du second ordre à un nombre quelconque de variables le théorème suivant, démontré par **MM. Sophus Lie** et **Darboux** : Etant donnée une équation de Monge-Ampère, si elle admet deux intégrales intermédiaires distinctes, cette équation peut être ramenée par une transformation de contact à l'une des deux formes canoniques $r = 0$, $s = 0$, suivant que les deux systèmes de caractéristiques sont confondus ou distincts. — **M. Leau** communique une note sur les points singuliers situés sur le cercle de convergence et sur la sommation des séries divergentes.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Frot** a fait deux déterminations de la vitesse du son, au polygone de Bourges, en utilisant un tir de canon et en opérant soit directement à l'aide de chronomètres à pointe, soit automatiquement à l'aide de vibreurs électriques et de chronographes de chute. La moyenne des expériences, faites à 0° et en air calme, a donné 330^m,6 par la première méthode et 330^m,9 par la seconde. — **M. A. Guillemin** a constaté le phénomène suivant : Etant donnée une courbe de longueur l rendant le son *ut*, quelle que soit la façon dont elle a été ébranlée, si, immédiatement après l'avoir mise en mouvement, on la touche légèrement en un point quelconque, ou si on la fixe brutalement avec un chevalet de façon à partager ladite corde en deux segments, toujours on entend les deux sons que donnerait chacun des deux segments vibrant seul. Ces deux sons partiels ont en général une durée très courte. — **M. Henri Moissan** a étudié les propriétés du calcium pur. C'est un métal blanc, fondant à 760°, de densité 1,85, cristallisant en tablettes hexagonales ou en rhomboédres dérivés. Le calcium forme avec l'hydrogène un hydruide CaH_2 ; il est attaqué par le chlore à froid; à chaud par le brome, l'iode, l'oxygène, le soufre, l'azote, le phosphore, le carbone (à l'état de noir de fumée), le silicium. Le calcium décompose l'eau, le gaz sulfureux, le bioxyde d'azote; il réduit l'anhydride phosphorique, l'anhydride borique, la silice, l'acide carbonique. Le calcium est attaqué par les acides chlorhydrique et acétique avec dégagement d'hydrogène; il réduit l'acide sulfurique. — **M. J. Férée** a préparé par électrolyse un amalgame liquide de calcium; celui-ci, par distillation, laisse un amalgame solide répondant, à la formule Ca^{11}Hg . C'est un corps poreux, gris blanchâtre, très oxydable. Chauffé dans un courant d'azote, il donne naissance à de l'azoture de calcium AzCa_2 . — **M. H. Wilde**, à propos des dernières expériences de **M. Metzner** sur le poids atomique du tellure, indique les raisons théoriques qui l'inclinent à considérer le poids

atomique de cet élément comme exactement égal à 128. — Dans une seconde note, **M. H. Wilde** montre que si l'on admet pour le tellure cette valeur 128, conforme à la théorie et à l'expérience, l'iode et le tellure doivent être intervertis dans les tables de Mendéléeff, ce qui conduit à les placer dans des familles avec lesquelles ils n'ont manifestement aucune relation. L'auteur fait ressortir d'autres contradictions analogues dans le système périodique des éléments et conclut que celui-ci doit être rejeté. — **M. L.-A. Hallopeau** a obtenu, par l'action des sulfates métalliques sur le paratungstate de potassium, les paratungstates doubles : de potassium et de magnésium, $12\text{TuO}_3, 5\left(\frac{2}{3}\text{K}_2\text{O} + \frac{1}{3}\text{MgO}\right) + 24\text{H}_2\text{O}$; de

potassium et de manganèse, $12\text{TuO}_3, 3\text{K}_2\text{O}, 2\text{MnO} + 16\text{H}_2\text{O}$. — **MM. C. Friedel** et **A. Gorgeu** ont étudié l'action du chlorure d'aluminium sur l'hexane, préparé à partir de la mannite ou de l'iodure de propyle. L'action du chlorure consiste essentiellement dans l'enlèvement d'un groupe CH_3 , qui est remplacé par un atome d'hydrogène, donnant ainsi du pentane. Le pentane peut être attaqué de la même façon en se transformant en butane. Il se produit également des composés visqueux plus riches en carbone. — **M. Marcel Delépine** résume l'ensemble de ses recherches thermochimiques sur les amines et les amides dérivés des aldéhydes. Il montre que les données calorimétriques confirment la démarcation entre l'hexaméthylène-amide, l'aldéhydate d'ammoniaque, les hydramides aromatiques, corps facilement décomposables, et les glyoxalines ainsi que les bases quinoléiques et pyridiques qui sont plus stables. — **M. L. Maquenne** a entrepris des recherches sur la germination de deux graines oléagineuses de nature chimique très différente : l'arachide, qui est riche en acide arachidique saturé $\text{C}^{22}\text{H}^{40}\text{O}_2$, et le ricin, qui renferme surtout de l'acide ricinoléique $\text{C}^{18}\text{H}^{34}\text{O}_2$, acide-alcool incomplet, et cela en vue d'étudier la transformation des graisses en sucres. Il conclut que les acides gras saturés sont moins aptes que les acides oléiques à se transformer en sucres : ils servent surtout d'aliments respiratoires. Chez les acides non saturés, et spécialement chez l'acide ricinoléique, la production des hydrates de carbone, semble tenir à la présence, dans leur molécule, d'un groupement allylique, qui se transforme en glycérine, puis en polymères plus ou moins condensés.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. Louis Roule** recherche la place des Phoronidiens dans la classification des animaux et discute les relations que **M. Masterman** a établies entre eux et les Vertébrés. Pour lui, les Phoronidiens constituent une classe voisine des Bryozoaires. A l'état de larve, ils ont une relation lointaine avec l'embryon des Vertébrés, mais celle-ci va en s'atténuant et disparaît chez l'adulte. — **M. L.-G. Seurat** a étudié l'appareil respiratoire des larves des Hyménoptères entomophages. Tout en étant bâti sur un même plan fondamental, il présente des différences dans le nombre et la position de ses parties, différences qui permettraient d'établir des caractères distinctifs entre les larves des diverses familles. — **M. Ch. Janet** décrit un organe non encore observé qui sert à la fermeture du réservoir du venin chez les Fourmis. La description de cet organe permet de comprendre comment fonctionne l'aiguillon. — **M. L. Guignard** a constaté qu'au point de vue de la formation des cloisons dans la cellule mère pollinique, les *Magnolia* offrent un cas tout particulier, encore inconnu chez les autres plantes. Ils sont intermédiaires entre les Monocotylédones et les Dicotylédones; mais, par l'apparition d'une cloison incomplète (pouvant même exceptionnellement se compléter) aussitôt après la première bipartition nucléaire, ils se rapprochent plus, en réalité, des premières que des secondes. — **M. J.-A. Cordier** communique un certain nombre d'expériences d'où il déduit que l'air est le principal facteur du transport des levures sur le raisin au moment de la maturité; le rôle joué par les insectes est faible ou nul; il peut être plus considérable pour

les fruits mûrissant au milieu de la saison chaude. — M. Paul Vuillemin a déterminé les caractères spécifiques du champignon du Muguet, qu'il nomme *Endomyces albicans*. Celui-ci se reproduit au moyen d'asques, et la présence des ascospores doit être considérée comme l'élément essentiel de sa diagnose spécifique. Il se rattache par ses caractères au groupe inférieur des Ascomycètes acarpés. Il existe, en outre, dans le Muguet, un autre champignon. — M. E. Martel communique les résultats d'une exploration de la caverne de Han-sur-Lesse, traversée par la rivière la Lesse. Le cours inconnu de cette dernière a pu être mesuré grâce à la coloration à la fluorescéine; il ne doit pas dépasser 2 kilomètres; il est formé par une série de siphons, de réservoirs et de trop pleins. L'auteur a constaté également de grands écarts de température dans les diverses parties de la caverne.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 1^{er} Octobre 1898.

MM. Roger et Garnier ont étudié les modifications du corps thyroïde au cours de l'infection expérimentale. Ils réalisent cette dernière en liant l'artère carotide à sa partie supérieure et en injectant de la culture typique dans l'artère thyroïdienne. Dans les cas de mort rapide, les lésions sont surtout vasculaires; quand la survie est plus longue, il y a une véritable sclérose thyroïdienne. — M. Levaditi a observé des lésions d'aspergillose pulmonaire chez un lapin nourri avec de l'avoine et mort accidentellement. Il a trouvé dans les bronches un mycélium d'*Aspergillus* abondamment ramifié. Il propose de dénommer cette maladie broncho-pneumonie aspergillaire. — M. J.-V. Laborde a pratiqué la résection des sympathiques chez un cobaye rendu expérimentalement épileptique; l'accès s'atténue beaucoup du côté de la zone épileptogène, mais il se crée une nouvelle zone épileptogène de l'autre côté. La résection préventive des sympathiques n'empêche pas la production ultérieure de l'épilepsie expérimentale. — M. Bourquelot a recherché quel est le corps qui produit la coloration noire de la soupe aux fèves. Il a constaté que ce corps se trouve dans la gousse, qu'il possède les caractères de la tyrosine, et qu'il devient noir par oxydation. — MM. Féré et Lance ont étudié la toxicité musculaire dans le tabes et la paralysie générale; fréquente dans le premier, elle est exceptionnelle dans la seconde. — M. Retterer attribue l'aspect rugueux du prépuce et du gland du chien à des follicules clos, se développant aux dépens de l'épithélium.

Séance du 8 Octobre 1898.

M. Bouehard a constaté que, dans certaines conditions, un homme pouvait, sans rien absorber, augmenter de poids. Il attribue ce fait à la fixation de l'oxygène respiré sur la graisse et à la transformation de celle-ci en sucre. — M. C. Phisalix, après avoir inoculé le microbe de la septicémie du cobaye à un chien, — inoculation qui détermine généralement des accidents de méningo-encéphalo-myéélite, — observa, au bout de deux jours, une inflammation intense de l'œil gauche, puis de l'œil droit. L'œil gauche ayant été énucléé, l'œil droit guérit rapidement. Le pus de l'œil gauche contenait le microbe inoculé. — M. G. Keim a étudié l'influence de la lactose sur les contractions utérines chez les femmes en couche. La contraction est toujours influencée par la lactose. Celle-ci n'agit qu'après le début du travail. La dose suffisante est de 25 grammes dans un verre de lait. — M. Laveran décrit l'hématozoaire de la tortue; ce parasite n'est pas contagieux. — M. Féré signale des faits relatifs à l'instinct de propreté chez les chats. — M. Gellé montre, par analogie avec ce qui se passe dans le phonographe, que la propagation des vibrations auditives au labyrinthe peut avoir lieu de molécule à molécule.

Séance du 15 Octobre 1898.

M. Roger a recherché si la fonction protectrice du foie contre les microbes se maintient pendant le jeûne. Elle persiste pendant les premières vingt-quatre heures, puis diminue et finit par disparaître. Les injections d'éther annihilent cette fonction; les ingestions d'éther à petites doses la stimulent au contraire. — MM. Branca et Félizet ont étudié l'histologie du testicule ectopé chez l'enfant; les altérations ne portent point sur l'épithélium, mais seulement sur le tissu conjonctif qui est épaissi. — MM. Courmont et Doyon ont observé que la toxine tétanique ne se fixe pas sur la substance nerveuse de la grenouille. — M. Bonnier étudie le caractère paradoxal de la paracousie. — MM. Bourquelot et Hérissay poursuivent leurs recherches sur l'existence de la tyrosine et de la leucine dans les plantes.

Séance du 22 Octobre 1898.

M. Péron a constaté que le sérum du liquide pleural, dans la pleurésie tuberculeuse guérissant spontanément, a des propriétés thérapeutiques à l'égard des infections par le bacille de Koch. Il en conclut qu'il n'est pas indifférent de ponctionner systématiquement toutes les pleurésies; on pourrait priver le malade d'un moyen de défense. — MM. Chassevant et Richet démontrent expérimentalement que le foie des Oiseaux n'est pas apte à transformer l'acide urique en urée; c'est une nouvelle preuve de l'existence du ferment uropéptique dans le foie des Mammifères. — M. Bourquelot a trouvé, dans les champignons, des ferments solubles très actifs transformant la caséine du lait; ce sont la tyrosine et la leucine. — M. L. Debrand présente une nouvelle pince à l'usage des bactériologistes, qui est propre également au travail sur lames et sur lamelles. — MM. Auché et Chavannaz ont observé des infections péritonéales bénignes, d'origine opératoire, à la suite de laparotomies suivies de guérison. — M. Lantieri décrit un appareil appelé sphymogmètre digital et donnant les tracés des pulsations des artères des doigts. — M. Trouessart décrit le rostre d'un sarcopside du pigeon.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 28 Octobre 1898.

M. W.-R. Piégeon donne la description d'une nouvelle machine à influence. Elle se compose de deux disques de verre, tournant dans des directions opposées; ils sont partiellement convertis, sur une de leurs faces, avec des secteurs minces en feuille d'étain, pourvus chacun d'une borne en laiton. Cette face des disques, y compris les secteurs, est recouverte d'une cire isolante, ne laissant dépasser que les bornes. Deux brosses reliées à la terre traversent deux inducteurs fixes isolés et les supportent. Les conducteurs sont maintenus chargés par des pointes qui les approchent et qui recueillent l'électricité des disques tournants. Au moyen des brosses, les secteurs de chaque disque sont successivement mis à la terre au moment où ils passent devant les inducteurs fixes, c'est-à-dire où leur capacité est maximum, et ils cèdent leur charge aux brosses collectrices principales au moment où ils sont le plus loin des inducteurs, c'est-à-dire où leur capacité est minimum. S'il n'y a aucune perte, le potentiel au collecteur doit être relativement élevé. Chaque secteur de l'un des disques, lorsqu'il s'éloigne de l'inducteur avec un potentiel croissant, induit un potentiel correspondant sur le secteur opposé de l'autre disque; l'effet est donc cumulatif. La couche de cire réduit la perte à la seule surface des bornes. M. J.-H. Thomson croit qu'en outre de ses mérites électriques, la nouvelle machine possède des avantages de construction mécanique. Il pense que son efficacité pourrait être augmentée en ajoutant d'autres inducteurs. M. S.-P. Thompson rappelle que M. Winchurst a montré qu'une machine à influence ne fonctionne bien que si l'induc-

teur et l'induit sont séparés par deux épaisseurs de verre; c'est pourquoi il mettait les secteurs sur les faces extérieures des disques. Il ne voit pas quel avantage M. Pidgeon retire de la disposition contraire. M. Wimshurst reconnaît que la couche de cire diminue les pertes et augmente le rendement; il avait fait des essais dans ce sens, mais la machine perdait de sa simplicité. M. Pidgeon répond qu'en ajoutant des inducteurs secondaires, il a pu augmenter le rendement de 15 %. — M. S.-P. Thomson répète une expérience dont l'explication vient d'être donnée par M. Righi. Une substance gazeuse absorbant la lumière est soumise à un champ magnétique puissant entre les pôles d'un électro-aimant. Les pièces polaires sont ajustées de telle façon qu'un faisceau de lumière provenant d'une lampe à arc passe entre elles en suivant les lignes magnétiques. Un prisme polarisant est placé entre la lampe et l'électro-aimant; après l'électro-aimant, le faisceau polarisé est reçu dans un analyseur, qui est tourné à l'extinction quand l'aimant n'agit pas. Si l'on fait naître le champ, la lumière est rétablie dans l'analyseur tant que le champ persiste. La substance absorbante peut être du bioxyde d'azote ou la flamme d'une lampe à esprit de vin renfermant du sodium. On observe en outre que, dans le faisceau émergent, les lignes sont dédoublées. M. Righi suppose que, lorsqu'une lumière de fréquence n traverse un champ magnétique dans la direction des lignes de force, elle se divise en deux séries d'ondes circulaires, droite et gauche, dont l'une est accélérée tandis que l'autre est retardée; il y a alors deux fréquences n_1 et n_2 , inférieure et supérieure à n . Si l'analyseur est disposé de façon à éteindre n , il laissera passer une partie de n_1 et n_2 . — M. Albert Campbell a entrepris une série de mesures des flux et des champs magnétiques dans un certain nombre d'appareils électriques, en particulier dans les compteurs; il décrit les diverses méthodes qu'il a employées. Il tire de ses mesures d'importantes déductions, en particulier en ce qui concerne l'influence du champ terrestre sur quelques instruments, considérés généralement comme indépendants de la constante H . Il donne enfin les diagrammes des flux dans les aimants et montre exactement quelle partie est utilisable effectivement à l'armature.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Juin 1898.

SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H.-G. van de Sande Bakhuizen présente, au nom de son frère M. E.-F. van de Sande Bakhuizen, une communication : *Sur le mouvement du pôle de la terre d'après les observations de 1890 à 1896*. Histoire du sujet de la découverte de la période de quatorze mois par M. Chandler, en 1891 : Examen des observations minutieuses de M. Willerdmk, par M. H.-G. van de Sande Bakhuizen; examen des observations d'après la méthode Horrebaw à 19 observatoires, par M. Th. Albrecht; la courbe très compliquée de M. Albrecht. Le travail de l'auteur se divise en trois parties : 1° étude du mouvement de quatorze mois; 2° étude du mouvement annuel; 3° comparaison du mouvement observé avec celui qui résulte de la composition des deux mouvements.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. H.-A. Lorentz : *Considérations sur l'influence d'un champ magnétique sur l'émission de la lumière*. Les expériences de MM. Cornu, Michelson, Th. Preston, Becquerel et Deslandres ont prouvé que, dans bien des cas, la théorie élémentaire bien connue de l'effet Zeeman est insuffisante. En attendant que de nouvelles hypothèses nous viennent fournir une explication de l'ensemble des phénomènes, il y a intérêt à examiner les conséquences auxquelles on peut arriver indépendamment de toute hypothèse spéciale sur la mécanique de la radiation. C'est au moyen de considérations générales sur la symétrie du système matériel dont il s'agit que l'auteur démontre les théorèmes suivants : 1° Dans les expériences où la direction de la

radiation coïncide avec celle des lignes de force, la lumière qu'on trouve dans un point déterminé du spectre ne peut jamais être polarisée rectilignement ou elliptiquement. Si elle présente une polarisation, celle-ci doit être circulaire, complète ou bien partielle. Le sens de cette polarisation se renversera avec le champ magnétique; 2° si, au contraire, on examine la lumière émise perpendiculairement aux lignes de force, et étalée de nouveau en un spectre, on ne trouvera jamais une polarisation circulaire ou elliptique. Il ne peut y avoir qu'une polarisation rectiligne dans un plan perpendiculaire ou parallèle aux lignes de force. Du reste, il y aura une certaine connexité entre les phénomènes qui se produisent dans les deux directions qui viennent d'être distinguées. Si, par exemple, dans les expériences de la seconde classe, les rayons qui arrivent dans une partie déterminée du spectre sont complètement polarisés, perpendiculairement aux lignes de force, cette partie du spectre restera obscure dans les expériences de la première classe. On peut donc prédire que, dans ces dernières, il ne restera que la composante centrale de la ligne triple dans laquelle M. M. Becquerel et Deslandres ont vu se changer la raie du fer 3863,6. L'auteur revient ensuite sur les équations du mouvement qu'il a établies dans un mémoire antérieur (*Annales de Wiedemann*, t. LXIII, p. 278). Ces équations se rapportent aux oscillations infiniment petites d'une molécule possédant un nombre quelconque de degrés de liberté et dans laquelle des charges électriques sont distribuées d'une manière arbitraire. Elles avaient conduit à une équation qui peut rendre compte des lignes triples dans le spectre; il suffirait pour cela de supposer que, au dehors du champ magnétique, il y ait trois degrés de liberté qui soient équivalents, c'est-à-dire que trois des vibrations principales de la molécule aient des périodes égales. Or, cette équation n'explique pas le quadruplet, observé le premier par M. Cornu, dans le cas de l'une des raies D et cela même si l'on admet que la molécule possède quatre degrés de liberté équivalents. Cependant, comme l'a remarqué M. A. Pannekoek de Leyde, cet insuccès tient à ce que l'équation dont il s'agit n'est plus exacte dans ce dernier cas, quelques-uns des termes omis étant du même ordre de grandeur que ceux qu'on a gardés. En se servant des équations de mouvement primitives, M. Pannekoek arrive à une explication du quadruplet, à laquelle on peut seulement objecter qu'il semble bien difficile d'imaginer un système matériel qui possède les propriétés qu'elle exige. — M. H. Haga : *Sur un électromètre à quadrants à cinq ailes et la mesure de l'intensité des courants puissants avec cet appareil*. Dans ses fréquentes observations de précision de l'intensité d'un courant constant d'environ dix ampères, l'auteur s'est servi de la méthode, où l'on mesure la différence de potentiel entre les extrémités d'une résistance intercalée dans le courant. Cette méthode, excessivement simple, permet d'évaluer l'intensité de courants de toute intensité à 1 % près; mais elle exige un électromètre à quadrants excellent. En 1893, M. Himstedt a décrit un électromètre à quadrants à quatre ailes suspendues à un fil de quartz argenté; dans cet instrument, le pouvoir d'amortir les oscillations s'obtient à l'aide de deux aimants verticaux suspendus à l'extrémité inférieure de la petite barre, où l'on a monté les quatre ailes, de manière qu'ils peuvent tourner dans un espace annulaire au dedans d'un morceau de cuivre. Comme les deux aimants ne forment pas un système astatique parfait, il se manifestait une petite force dirigeante, ce qui obligea M. Himstedt à donner à son instrument la faculté de tourner autour d'un axe vertical. L'auteur a évité cette complication en renversant la méthode d'amortissement. Il a fait construire, dans son laboratoire à l'Université de Gronique, un électromètre où un cylindre de cuivre suspendu peut tourner dans un champ magnétique. La base de l'instrument, une plaque de 5 millimètres en laiton, portée par trois vis calantes, supporte les quatre quadrants isolés par des tiges de verre, dont l'un est déplaçable micrométriquement.

L'appareil de l'amortissement se trouve au-dessous de la base. La sensibilité de l'instrument dépend principalement du fil de suspension. Un fil de quartz argenté d'un diamètre de 55 μ fit trouver une déviation de 760 millimètres, la distance de l'échelle étant 2 mètres, en commutant un élément de Clarke, la charge des ailes étant 180 volts; après trois oscillations, l'équilibre fut rétabli en 30 secondes. Mais le poids total porté par le fil était 20 grammes, on peut se servir d'un fil de 24 μ , ce qui multiplie la déviation par 16, et le temps d'oscillation par 1. Si l'on n'a pas besoin d'une grande sensibilité, un fil de platine détrempe dans la flamme d'une bougie (Hallwachs) est à préférer. Les observations faites avec le nouvel instrument sont destinées à comparer une série d'éléments de Clarke, construits d'après les préceptes de M. Kahle (Wied. Ann., t. LI, p. 203, 1894), à un élément normal de Clarke fourni par M. R. Fuess de Steglitz, près de Berlin, et contrôlé dans le *Physikalisch-Technische Reichsanstalt*. Pour les résultats de ces observations on compare l'original. — M. H. Haga communique encore, au nom de M. C.-H. Wind, une note : *Sur l'influence des dimensions de la source de lumière dans les phénomènes de diffraction de Fresnel et sur la diffraction des rayons de Röntgen*. La découverte de l'illusion optique mentionnée dans les comptes rendus de la session précédente (*Revue générale des Sciences*, t. IX, p. 631), a fourni à l'auteur l'explication de quelques difficultés que les expériences antérieures sur la diffraction des rayons X n'avaient pas résolues. Cependant, cette même illusion optique renverse la conclusion de la grande probabilité de la nature ondulatoire de ces rayons. Donc il est nécessaire qu'on étudie de nouveau la manière dont l'influence de l'illusion optique s'entremêle à celle de la largeur de la fente lumineuse, dont la théorie, quant aux apparences des images de diffraction, a été donnée par l'auteur. Cette étude nouvelle, avec les expériences qu'elle exigeait, a mené à la conclusion incontestable que les rayons X ne peuvent être de nature ondulatoire, à moins qu'ils n'aient une longueur d'onde inférieure à 0,2 micron. D'autre part, un examen minutieux des images obtenues a fait remarquer trois instances, faibles il est vrai, mais indépendantes entre elles, en faveur de la présomption que des expériences ultérieures mettront en évidence une longueur d'onde de 0,1 à 0,2 micron pour les rayons X. — M. H. Kamerlingh Onnes présente, au nom de M. E. van Everdingen, une communication : *Les phénomènes galvanométriques et thermomagnétiques dans le bismuth*. Récemment M. Riecke a donné une explication des phénomènes en question en supposant qu'un courant galvanique est toujours accompagné d'un courant de chaleur, et réciproquement. En représentant respectivement par $(u, -r)$, (g_p, g_n) les vitesses des particules positives et négatives, d'abord pour un abaissement du potentiel d'une unité électromagnétique par centimètre, ensuite pour un abaissement de la température d'un degré centigrade par centimètre, il trouve successivement : pour le coefficient a de la différence galvanométrique de température (différence de température par unité de largeur et unité d'abaissement du potentiel sur l'unité de longueur dans un champ magnétique égal à l'unité), pour le coefficient b de la rotation des lignes équipotentielles dans le phénomène de Hall, pour le coefficient c de la différence de potentiel thermomagnétique et le coefficient d de la différence de température thermomagnétique, les relations :

$$\frac{a}{uv(u+v)} = \frac{b}{u^2g_n - v^2g_p} = \frac{c}{g_p g_n (u+v)} = \frac{d}{uv(g_p - g_n)} \\ = \frac{1}{ug_n + vg_p}.$$

Elles permettent de calculer u , v , g_p , g_n , si les quantités a , b , c , d ont été observées. En particulier pour bismuth, il trouve $g_p = g_n$. D'après M. van Everdingen, ce résultat est inexact; pour le prouver, il examine des

expériences de MM. von Ettinghausen et Nernst. — Ensuite, M. Onnes présente, au nom de M. Ch.-M.-A. Hartman, une communication : *Sur la composition et les volumes des phases coexistantes de mélanges de chlorure de méthyle et d'acide carbonique*. La théorie des mélanges, développée par Van der Waals, a suscité un grand nombre d'expériences. Ainsi, M. Kuonen a déterminé les lignes isothermiques pour trois mélanges différents de chlorure de méthyle et d'acide carbonique à l'état gazeux pour être à même de construire la surface Γ jusqu'à la courbe limite des différentes températures et pour obtenir des données par rapport aux coefficients a_{12} et b_{12} ; de plus, il a étudié, pour diverses substances, les phénomènes dans le voisinage du point de plissement, phénomènes qui, par les lignes connodales, sont assez bien connus à présent. Cependant, il reste à étudier le mouvement d'un premier pli continu à travers la surface et à indiquer exactement les phases coexistantes. Si l'on connaît la composition et les densités de ces phases à une certaine température, on peut construire la projection de la ligne connodale sur le plan des x , où $x < 1$ se rapporte à la composition x chlorure de méthyle sur $1-x$ acide carbonique, et v représente le volume, et indiquer dans cette figure les projections des tangentes qui joignent sur la surface les phases coexistantes. La communication présente de l'auteur a pour but d'en fournir les données; ses résultats numériques sont résumés en deux graphiques. Pour la température de 99,3 C., la pression de vapeur p de la phase liquide se déduit avec une grande approximation de la formule $p = p_1(1-x) + p_2x$, où p_1 et p_2 sont les pressions de vapeur des composantes. — M. C.-A. Lobry de Bruyn : *La condition des substances gélatineuses insolubles dans l'eau*. La condition colloïdale de la matière est importante à plusieurs titres, car les processus vitaux se développent pour la plupart dans un milieu colloïdal ou entre des colloïdes; le rôle des corps colloïdaux dans l'osmose est universellement reconnu, etc. Tandis que M. J.-M. van Bemmelen s'est occupé à maintes reprises des propriétés des mélanges colloïdaux eux-mêmes, l'auteur a étudié l'influence exercée par un hydrogel sur la condition physique de substances amorphes insolubles dans l'eau, qui se forment dans un milieu colloïdal comme l'hydrogel. Ses expériences ont été provoquées par des phénomènes antérieurs, observés dans la pratique journalière du laboratoire, comme la non-apparition d'un précipité métallique en présence de la gomme ou dans une solution gélatineuse, etc. D'après l'auteur, l'explication de ces phénomènes se basant sur l'idée que les corps formés restent en suspension, manque de précision. Après un aperçu historique des travaux de MM. E. Cohen, Gaedické et Carey Lea, il énonce le théorème que la gélatine empêche la précipitation visible de corps amorphes, mais pas ou à un moindre degré celle des corps cristallins. Ensuite, il s'occupe du degré de division de la matière, du phénomène de la réflexion intérieure ou de la fluorescence et des réactions chimiques à l'aide des substances gélatineuses. — MM. H. Behrens et H. Bancke : *Examen chimique et microscopique du métal antifriction de M. Babbitts*. Par un lent refroidissement, cet alliage de 82Sn, 9Sb, 9Cu se décompose en trois composantes, jouissant d'une faculté de fusionner différente : 1° un fluide-mère très riche en étain et presque amorphe; 2° des cristaux cubiques (probablement des rhomboèdres cubiques) d'un alliage d'étain et d'antimoine légèrement attaqué par HCl; 3° des groupes radiaux de petites barres très fragiles de plaques hexagonales de bronze jaune blanchâtre. Pour la séparation des trois composantes, l'alliage refroidi fut pressé entre des plaques chaudes en fer, ce qui fit écouler l'étain contenant 3 % de cuivre et 3 % d'antimoine, de manière que le restant, à peu près solide, se composait de cristaux que nous venons d'énumérer; ce reste fut attaqué par HCl et lavé avec de l'eau. L'n alliage 90Sn, 10Sb, soumis à ces actions, livrait les mêmes cristaux, correspondant à la formule SbSn_3 (trouvé : Sb 33,7 %).

calculé : Sb 33,8 %, tandis qu'un alliage (58Sn, 42Sb) menait aux cristaux prismatiques de la formule SbSn (trouvé : Sb 50,35 % ; calculé : Sb 50,37 %). Dans le métal de Babbitts, le cuivre forme des aiguilles de bronze blanchâtre ne contenant pas d'antimoine ; ces bronzes sont moins stables que les alliages d'étain et d'antimoine. D'un alliage (90Sn, 10Cu), on fut conduit à la composition CuSn . Echauffement et refroidissement répétés alternativement firent monter le pourcentage en cuivre de 35 à 58 %. L'examen microscopique montre que la résistance des coussinets des wagons de chemin de fer dépend de la forme et de la fréquence des cristaux. Des coussinets surchauffés pendant la marche du train ne contiennent qu'une petite quantité des cristaux réguliers de SbSn . Fondu dans des moules froids, le métal Babbitts devient amorphe ; les axes qui tournent dans un coussinet de ce métal se couvrent d'étain, ce qui implique une adhésion au coussinet et un échauffement correspondant qui, à son tour, est la cause d'une recristallisation et d'un écoulement d'étain, etc. Enfin, l'examen microscopique de l'huile à graisser et des particules métalliques qu'elle contenait, a conduit au résultat inattendu que le métal à cristaux de dimension modérée développe un coussinet à boules, de manière que la fraction de glissement est remplacée par celle du roulement. Cela explique la signification des trois produits de décomposition du métal de Babbitts. Les cubes durs de SbSn , se changent en boules à l'aide de poudre de bronze composée des barres fragiles, d'une manière analogue à celle qui fait naître les cailloux en forme de sphères dans les rivières ; l'étain fait service de ciment et peut-être sa poudre favorise l'effet en rendant visqueuse l'huile. Si les cristaux du métal sont très grands, l'érosion est trop irrégulière et la majorité des cristaux se rompt au lieu de former des boules, etc. — M. E. Mulder présente une communication : Sur un *peroxy-sulfate d'argent* (cinquième séance).

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. H. Behrens présente, au nom de M. J.-L.-C. Schroeder van der Kolk, un mémoire : *Contribution à la construction de cartes des terrains sablonneux* (troisième partie). Sont nommés rapporteurs MM. Behrens et J.-M. van Bemmelen. — M. B. Stokvis offre : *Leçons de Pharmacothérapie*, traduction française de son « *Geneesmiddelen* » par M. W. de Buck et L. de Moor. P. II. SCHOETE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 23 Juin 1898.

M. le Vice-Président annonce le décès de M. Antoine Kerner von Marilaun, membre de l'Académie, directeur du Jardin Botanique de Vienne.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. K. Lauer mann : Sur le problème des normales de l'hyperbole. — M. F. Hasenöhl : Contribution à la théorie des oscillations transversales d'un corps parcouru par des vibrations. L'auteur considère une corde tendue parfaitement élastique, sur laquelle se trouvent, de distance en distance, des boules creuses fixes dans lesquelles tournent des toupies. Si la corde est mise en vibration, le plan de rotation de chaque toupie change, et les forces ainsi produites réagissent sur la vibration. Il se produit alors des vibrations circulaires stationnaires, dont le calcul prévoit trois valeurs pour la durée. De même, et en relation étroite avec elles, il existe trois valeurs pour la vitesse de translation des ondes. Le plan de polarisation d'une oscillation primitivement linéaire est donc changé, et on a, en outre, une rotation circulaire. Celle-ci peut être annulée dans certaines conditions, et il reste une simple rotation du plan de polarisation qui est proportionnelle à la vitesse des ondes, et inversement proportionnelle au carré de leur longueur.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Litznarn : La variation de la force magnétique terrestre avec la hauteur. L'auteur a calculé la valeur de cette variation au moyen des formules données par Gauss ; il l'a déduite d'autre part d'un grand nombre d'observations faites en divers

points de l'Autriche. La non-concordance des deux séries de valeurs le conduit à conclure qu'une partie de la force magnétique a son siège en dehors de notre terre. Si c'est bien le cas, les variations des éléments magnétiques doivent augmenter beaucoup avec la hauteur. Il serait désirable, dans le but de vérifier cette assertion, de créer quelques observatoires magnétiques à de grandes hauteurs. — M. Karl Koss rend compte de ses recherches systématiques sur la variation de la ligne de l'horizon exécutées avec un grand prisme de Steinheil au cours de l'expédition de la *Pola* dans la mer Rouge. Il en résulte que la réfraction — et par conséquent l'abaissement et l'élévation de la ligne d'horizon, — dépend exclusivement de la différence entre la température de l'air à 0^m,6 au-dessus de l'eau et la température de l'eau à la surface. Il faut donc apporter aux valeurs données dans les almanachs nautiques une correction qui peut varier de + 13" à - 125" suivant la température. — M. Wiesner a fait l'étude du climat photochimique dans les contrées arctiques. Dans l'extrême nord (Tromsø), l'intensité chimique de la lumière totale du jour est, pour une même hauteur du Soleil et le même ciel couvert, plus grande qu'à Vienne et au Caire, mais plus faible qu'à Java. En général, les intensités de l'après-midi sont plus fortes que celles du matin. En somme, la zone de végétation de l'extrême nord reçoit une quantité relativement considérable de lumière.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Alfred Nalepa signale deux nouveaux bacilles dans la bile : *Eriophyes* (s. *Phytotus*) *minor* et *stephanii*. — M. H. Rebel : Les lépidoptères fossiles de la formation miocène de Gabbro.

Séance du 7 Juillet 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. F. Bidschoff et J. Palisa communiquent leur catalogue d'étoiles fixes contenant les positions de 1.241 étoiles.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Jaumann a étudié l'interférence des rayons cathodiques et en déduit, outre leur nature ondulatoire, les conclusions suivantes : 1^o Leur vitesse de propagation, pour une pression de 1 millimètre de mercure, est de l'ordre du 1/300 de la vitesse de la lumière. 2^o Les rayons cathodiques possèdent, outre leur vecteur longitudinal variable (la force électrique), un vecteur scalaire, dont les vibrations produisent la teinte bleue de l'air raréfié, tandis que la couleur carmin est produite par les vibrations de la force électrique. — M. E. von Schweidler : Phénomènes électro-lumineux. L'auteur a mesuré la chute de potentiel d'un condensateur éclairé et conclut à l'existence d'une charge électrique dans la couche intermédiaire pendant l'éclairement. — M. P.-E. Wippermann a fait passer un courant alternatif à travers une pile dont les électrodes sont en platine et en aluminium ; il a pu ainsi mesurer les phases séparées du courant. Quand l'aluminium est employé comme anode, il se produit un aplatissement de la courbe sinusoïdale. — M. E. Haschek communique les spectres d'étincelles ultraviolettes de l'or, du titane, du tantale et du zirconium. Il a pu prouver l'existence du tantale dans le Soleil. — MM. J. M. Eder et E. Valenta : Sur les spectres d'étincelles du calcium et du lithium et leurs phénomènes d'élargissement et de renversement. — MM. J.-M. Eder et E. Valenta : Analyse spectrale de la flamme du gaz d'éclairage. — M. J. Hasenöhl a déterminé, suivant la théorie de Maxwell, la conductibilité de la paraffine et du soufre au moyen du retard. Il a constaté que la résistance spécifique de la paraffine doit être supérieure à 5,40¹⁰ ; pour le soufre, elle est égale à environ 10²² rapportée au mercure. — M. Guido Goldschmidt n'a pas pu obtenir le dédoublement de la tétrahydropyranine racémique au moyen de son bitartrate ; il n'a obtenu que le sel neutre.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Bibliographie scientifique

Deuxième Conférence du Catalogue scientifique international. — A la première Conférence du Catalogue scientifique international, tenue à Londres en 1896¹, il a été décidé que la capitale anglaise serait le point de réunion des conférences subséquentes. En vertu de cette résolution, la deuxième Conférence y a été tenue du 11 au 14 octobre 1898. Les douze Etats suivants : Allemagne, Autriche-Hongrie, Belgique, Etats-Unis, France, Grande-Bretagne avec ses colonies (Cap, Inde, Natal, Nouvelle-Zélande, Queensland), Japon, Mexique, Pays-Bas, Suède et Norvège, Suisse, ont envoyé trente et un délégués. La France a été représentée par MM. Darboux, membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences; Mascart, membre de l'Institut, professeur au Collège de France; et Deniker, docteur ès sciences, bibliothécaire du Muséum.

La Conférence a été présidée par sir John Gorst, vice-président du « Council of Education ».

Voici les principales résolutions adoptées, presque toutes à l'unanimité des délégués présents :

Resol. 10. — La Conférence maintient le principe de la publication du Catalogue, sous la double forme de fiches et de volume.

Resol. 14. — Les sciences dont on se propose de donner la bibliographie courante, sont au nombre de 14, à savoir : Mathématiques, Astronomie, Météorologie, Physique, Chimie, Minéralogie, Cristallographie, Géologie et Paléontologie, Anatomie, Physiologie avec la Pathologie expérimentale et Pharmacologie, Bactériologie, Psychologie, Anthropologie.

Resol. 16 et 18. — Pour chacune de ces sciences (ou même pour certaines parties de ces sciences), on aura une bibliographie spéciale. Les titres des ouvrages y seront donnés en langue originale, seulement s'ils sont rédigés en français, anglais, allemand, italien ou latin; en langue originale avec traduction dans une des cinq langues précitées dans les autres cas.

Resol. 20. — Les symboles de registration à employer dans le Catalogue auront pour base un système conve-

nablement combiné de lettres, nombres ou autres signes, adapté aux besoins particuliers de chaque science, et coordonné, autant que possible, à un système général de registration.

Cette résolution subordonne la question des symboles à celle des systèmes de classifications qui seront adoptés par chaque science, comme cela doit se faire dans tout classement rationnel.

Resol. 22. — La Conférence émet le vœu que les délégués fassent des démarches dans leurs pays respectifs pour l'organisation des commissions locales, chargées d'étudier toutes les questions relatives au Catalogue. Les délégués enverront un rapport à ce sujet au Comité International.

Ce Comité, dont les membres ont été élus dans une séance spéciale de la Conférence, se compose pour le moment de MM. Armstrong, Descamps, Forster, Langley, Poincaré, Rucker, Waldeyer, Weiss. Il est chargé de se réunir en avril prochain et de soumettre, au plus tard, le 31 juillet 1899, un rapport à la troisième Conférence qui va statuer définitivement sur toutes les questions litigieuses.

La plupart des délégués ont donné, à titre privé, des renseignements sur les préparations faites dans leurs pays respectifs, en vue de la collaboration à l'œuvre du Catalogue international. Il en résulte l'impression générale que, dans la plupart des pays qui ont adhéré à l'entreprise, les comités locaux sont en voie de formation et les subventions à accorder pour la publication au Comité central sont admises en principe, soit sous la forme d'allocation d'une somme d'argent, soit sous la forme de souscription à un certain nombre d'exemplaires du Catalogue, en rapport avec l'importance des intérêts scientifiques de chaque pays.

Si les pays de grande production scientifique : France, Angleterre, Allemagne, Belgique, Italie, Autriche-Hongrie, Etats-Unis, Hollande, Suisse, Russie, Scandinavie parviennent à organiser les comités locaux, comme cela paraît probable au moins pour les six ou sept premiers d'entre eux, et si l'abonnement aux 350 exemplaires complets du Catalogue peut être assuré, on en verra les premiers fascicules dans la première année du xx^e siècle.

J. Deniker,

Bibliothécaire de la M. S. N.

¹ Voy. *Rev. gén. des Sciences*, n^o du 15 novembre 1896.

§ 2. — Physique

De l'emploi des bobines de Ruhmkorf en endodiascopie. — Jusqu'à ce jour, l'opinion générale des physiciens et des médecins était que les tubes-sondes employés par le Dr Bouchacourt comme méthode d'exploration du petit bassin, du crâne, etc., ne pouvaient être actionnés que par la machine statique unipolaire. Les arguments en faveur de cette conclusion ne manquaient pas : déjà, les machines statiques bipolaires perdent 50 % au moins de leur rendement quand on met l'un de leurs pôles au sol, condition essentielle de l'endodiascopie. Quant aux bobines, elles ne peuvent supporter impunément la mise au sol de l'un de leurs pôles, l'isolement intérieur ne résistant pas à la différence de tension qui se porte tout entière au pôle conservé. (Mascart : *Traité d'Electricité*.)

J'ai, depuis le mois de mars de cette année, tourné cette dernière difficulté en mettant séparément au sol les deux pôles de la bobine ; j'intercale sur chaque circuit un régulateur de résistance, qui respecte la loi des tensions intérieures résultant du cloisonnement de Pogendorff ; puis, je règle le primaire de façon à avoir la décharge d'induction qui m'est nécessaire. Plaçant alors l'ampoule de Crookes sur celui des circuits qui convient, j'en assure le fonctionnement sans aucune sensation extérieure des actions électriques en jeu.

Mais il y a une réaction au primaire qui interdit de toucher soit à l'interrupteur, soit au commutateur, soit même au sujet porteur du tube-sonde ; telle est la raison qui m'a éloigné pendant plusieurs mois du résultat cherché.

Cependant, partageant l'opinion du Dr Bouchacourt, qui se plaignait du manque d'intensité des phénomènes produits par la machine statique, d'ailleurs sensible aux variations atmosphériques dans une assez grande proportion, j'eus l'occasion de reprendre mes recherches sur la bobine de Ruhmkorf le 1^{er} septembre dernier. C'est alors que je fus conduit à mettre au sol le courant primaire actionnant la bobine : toute réaction disparut et le fonctionnement des tubes à vide de Crookes est ainsi assuré sans aucune sensation pour le sujet, l'opérateur et les assistants.

Lors de la construction du port de Cherbourg, on sait que Ruhmkorf lui-même a mis à la terre l'un des pôles de la bobine pour faire éclater une mine sans fil de retour. Dans l'emploi médical de la machine statique Carré, les médecins, et notamment le Dr Boudet, de Paris, depuis plus de vingt ans, enlèvent le collecteur et mettent à la terre le pôle positif, dont la production d'ailleurs est très faible. Dans la télégraphie sans fil, M. Ducretet met à la terre un pôle de sa puissante bobine et n'éprouve aucune sensation en touchant ce pôle.

En elle-même, la mise au sol de l'un des pôles des appareils générateurs d'électricité est ancienne ; elle est courante. Mais ce qui, de l'avis de nombreux physiciens et médecins, est absolument nouveau, c'est l'emploi du régulateur de résistance mettant les deux pôles de la bobine séparément à la terre, et la connexion au sol du primaire, indispensable pour obtenir l'innocuité parfaite. Il faut ajouter que le sujet, l'opérateur, les aides, tous doivent être parfaitement mis au sol, mais cette condition est la seule à remplir ; elle assure, comme on le verra, un fonctionnement parfait avec une bobine de 0^m,30 d'étincelle actionnée par le secteur à 110 volts.

Dès que mes recherches de physique pure furent achevées, j'en fis part au Dr Bouchacourt, et les expériences que nous reprîmes en commun, au point de vue de l'application à en faire à l'excitation des tubes-sondes sur le vivant, non seulement confirmèrent nos prévisions par le succès complet, mais nous donnèrent une extension très grande de l'examen du bassin primitivement prévu. L'emploi de l'induction dynamique pouvant se faire, toutes choses égales, par des courants de sens contraire, les tubes-sondes peuvent, par un simple renversement des électrodes intérieures, diriger le faisceau de rayons X qu'ils produisent dans deux direc-

tions fort différentes, ce que la machine statique unipolaire ne permet pas.

Mes recherches personnelles et nos premières expériences avec le Dr Bouchacourt ont été réalisées avec une bobine construite par Génét, actionnée par quatre accumulateurs Julien et donnant 16 à 18 centimètres d'étincelle entre conducteurs ; c'est-à-dire 8 à 9 centimètres sur chaque circuit.

Je repris ensuite l'étude de physique sur de hautes intensités, en collaboration avec le Dr Foveau de Courmelles, que la question intéressait beaucoup en raison de ses travaux antérieurs sur le même sujet. Nous eûmes ainsi à notre disposition son installation radiographique comportant une grande bobine de Radiguet donnant 50 centimètres d'étincelle, actionnée par le secteur Edison à 110 volts. Le Dr Foveau de Courmelles contrôla lui-même, dès le milieu d'octobre, les résultats obtenus ; puis, nous opérâmes de nouveau, le Dr Foveau de Courmelles, le Dr Bouchacourt et moi, en employant la bobine de 50 centimètres actionnée par le secteur, sur un sujet vivant. Ici, aucune précaution n'est à prendre ; car, comme l'a fait remarquer le Dr Foveau de Courmelles, le courant du secteur Edison étant mis à la terre en un point du circuit (pôle intermédiaire des dynamos), cette condition essentielle est d'elle-même réalisée. Des expériences répétées ne laissent aucun doute sur la perfection complète du mode opératoire au point de vue électrique.

L'absence de sensations, quelle que soit l'intensité employée, a été établie par une expérience du Dr Foveau de Courmelles, qui a monté avec un pôle à la terre une ampoule, qu'il emploie habituellement, supportant toute la décharge de sa bobine, soit 25 centimètres sur le circuit qui la traversait ; parfaitement éclairée, cette ampoule était impunément touchée et tenue à la main par les assistants.

La méthode endodiascopique du Dr Bouchacourt avait déjà fait un pas décisif par l'emploi de la gaine anodique formant sonde antiséptique, sans crainte de rupture. M. Bouchacourt se plaignait constamment de ne pas disposer d'une intensité suffisante ; à vrai dire, celle-ci peut être obtenue, mais à quel prix ? L'ampoule à vide se détériore avec une rapidité extraordinaire ; bien qu'elle ne chauffe pas, elle rend des gaz en telle quantité que trente à soixante minutes d'emploi la mettent hors d'usage. Nous l'avons malheureusement constaté sur tous les modèles construits par M. Bouchacourt, sur ses indications, aussi bien que sur ceux, au nombre de trois, que nous avons eus à employer. Pendant trois mois, nous cherchâmes en vain, dans le système de montage, dans l'ouverture donnant passage aux rayons X, dans l'inclinaison de l'anode, etc., la cause perturbatrice.

Je fus frappé, en répétant certaines expériences, de la modification profonde que subit la nature de l'étincelle statique ou d'induction quand, au lieu de la tirer entre les conducteurs de la machine, on l'excite, toutes choses égales, entre un conducteur et le sol. Je donnerai ailleurs l'analyse complète du phénomène ; ici je dirai seulement que la modification est tellement profonde qu'un tube à vide de Crookes, donnant un fonctionnement parfait entre les conducteurs, est absolument décentré, déréglé dans sa marche, par la mise à la terre de l'un de ses pôles : le faisceau cathodique s'étale, déborde l'anode, frappe le verre et donne lieu, non seulement au dégagement de gaz signalé plus haut, qui met rapidement le tube hors d'usage, mais rend les images peu nettes par suite de la multiplicité des foyers d'émission des rayons X.

J'ai entièrement mis à jour les causes assez nombreuses de ces perturbations et j'ai employé un tube de Crookes, dans la construction duquel toutes les causes de perturbation, sauf une, sont éliminées. J'ai mis le tube en marche, j'ai fait constater l'étalement du faisceau cathodique ; puis, réalisant un phénomène simple, j'ai établi tant sur le tube même qu'à l'écran fluorescent, la remise en marche régulière, se tradui-

sant par un rendement sensiblement double et une netteté parfaite.

Ce sont ces expériences qui m'ont conduit à mes nouvelles ampoules-sondes et à un système de montage électrique complètement différent de celui que j'employais jusqu'à ce jour.

A. Rémond.

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

§ 3. — Géographie et Colonisation

Sur l'acclimatation du « *Castilloa elastica* », arbre à caoutchouc, dans les colonies françaises. — La *Revue générale des Sciences* publiait, il y a quelques mois, un article où M. le Dr Heckel recommandait la culture des lianes à caoutchouc du genre *Landolphia* dans nos possessions françaises. Et il est bien certain que, comme le démontrait l'auteur de l'article, ces plantations d'espèces indigènes doivent présenter de multiples avantages sur les plantations d'espèces introduites. Non seulement les plantes indigènes, soumises à leur conditions climatiques normales, doivent croître plus rapidement et plus régulièrement que les autres, mais leur caoutchouc doit conserver, en même temps, toutes ses qualités ordinaires, alors qu'il est établi, par de nombreux exemples, que beaucoup de végétaux, transportés en dehors de leur aire géographique naturelle, donnent un produit moins abondant et de valeur moindre. Il ne suit pas de là cependant qu'il faille complètement négliger les essais d'acclimatation des espèces étrangères. Dans les colonies où, comme en Afrique, les plantes à caoutchouc poussent spontanément, ces essais sont encore actuellement une mesure de prudence. Nous ne connaissons pas, en effet, à l'heure présente, un mode de culture rationnel des lianes en général; et pour les *Landolphia*, en particulier, la plupart des cultures, par semis ou par bouturage, n'ont donné jusqu'alors que des résultats incertains et variables. Il faut donc bien, en attendant mieux, — et en prévision du jour où, dans les forêts, les lianes détruites par les indigènes auront presque complètement disparu, — rechercher si, parmi les arbres d'autres régions, dont la culture est connue, il n'en est pas qui pourraient s'adapter à des climats un peu différents, en donnant un produit qui conserverait sensiblement sa valeur.

D'autre part, dans les colonies où, comme aux Antilles françaises, on ne connaît pas de plantes à caoutchouc indigènes, il y a certainement intérêt à tenter ces mêmes essais, qui apporteraient au pays une nouvelle source de bénéfices. On peut espérer retrouver, au moins en quelques endroits, des conditions de végétation se rapprochant sensiblement de celles que trouvent ailleurs, dans leurs stations naturelles, certains végétaux caoutchoutifères.

Enfin il y aura toujours des avantages, sur lesquels il n'est pas nécessaire d'insister, à introduire, partout où l'expérience en montrera la possibilité, les espèces reconnues comme productrices de gommés de qualité supérieure. Beaucoup d'espèces indigènes ne donnent souvent que des caoutchoucs de valeur médiocre.

C'est pourquoi, en définitive, le but à poursuivre, pour les colons qu'intéresse cette question de la culture des plantes à caoutchouc, est bien défini: chercher à perfectionner la culture des plantes indigènes, mais, en même temps, pour les diverses raisons que nous venons de donner, ne pas négliger de poursuivre des essais d'acclimatation d'autres végétaux.

Or, jusqu'alors, dans nos possessions françaises on n'a guère introduit et sérieusement cultivé que deux sortes d'arbres: *Hevea brasiliensis*, qui donne le caoutchouc de Para, et le *Manihot Glaziovii*, qui donne le caoutchouc de Cêara.

Les motifs qui ont spécialement attiré l'attention sur ces deux espèces sont d'ailleurs d'ordres différents.

On a surtout pensé à l'*Hevea brasiliensis* parce que c'est l'arbre qui fournit, sans conteste, la meilleure de toutes les gommés élastiques. Et, cela étant, il semble

que ce soit là, en effet, l'essence dont il faudrait, entre toutes, multiplier les plantations.

Mais, malheureusement, les *Hevea* sont des plantes soumises à des conditions climatiques très étroites, ce qui rend difficile leur adaptation à des régions autres que leurs pays d'origine; et il est nécessaire, la plupart du temps, de leur préférer d'autres arbres, dont le produit n'est peut-être pas absolument de même qualité supérieure, mais dont la végétation est beaucoup moins exigeante. Or, c'est le cas du *Manihot Glaziovii*.

Contrairement au précédent, l'arbre qui donne le caoutchouc de Cêara ne craint pas la sécheresse; bien plus, il prospère dans des sols arides et rocailleux, où beaucoup d'autres plantes ne peuvent pas vivre. Sa croissance est cependant très rapide et même de beaucoup supérieure à celle que peut atteindre, à temps égal, le caoutchoutier de Para. Alors qu'on ne peut songer à exploiter celui-ci sans dommage, et de façon rémunératrice, avant dix ans au plus tôt, — et encore est-il préférable d'attendre une quinzaine d'années, — le *Manihot Glaziovii* rapporte au bout de cinq ou six ans.

Aussi est-ce ce *Manihot Glaziovii* (le *Manisoba* du Brésil) qui a été surtout introduit dans nos colonies en ces dernières années. Mais parce que cette culture, sur beaucoup de points, a donné de bons résultats et a été reconnue comme relativement facile, convient-il, dès lors, de s'en tenir là, comme on paraît le faire, et de se limiter à ces plantations, à l'exclusion de toute autre? Il est certain que non.

D'abord le caoutchoutier de Cêara, ainsi que l'expérience le prouve, ne donne pas partout, même lorsqu'il croît avec vigueur, un produit de bonne qualité; et, d'autre part, précisément parce qu'il préfère les terrains rocailleux et secs, l'arbre ne peut réussir dans toutes les régions. Dans un récent article, publié par la *Revue des cultures coloniales*, M. Bouysson démontre, avec chiffres à l'appui, que les espérances fondées au Congo sur le *Manihot Glaziovii* ne sont pas et ne seront jamais réalisées: le lait, malgré tous les soins, est peu abondant et le rendement annuel (175 grammes par les meilleurs procédés d'incision) sera toujours beaucoup trop faible pour permettre de couvrir les frais de plantation et d'extraction.

À côté des *Hevea* et de ce *Manihot*, il est donc utile de tenter d'acclimater d'autres espèces dont les besoins de végétation sont un peu différents. Et l'essence que nous croyons bon de signaler, avant toutes les autres, pour ces nouveaux essais, est le *Castilloa elastica*, dont l'Angleterre a déjà, depuis longtemps, établi des cultures dans ses possessions.

Ce *Castilloa elastica*, qui appartient à la même famille que les Figueiers, est un très grand arbre originaire de l'Amérique centrale. Il occupe une aire géographique assez vaste, comprenant le Mexique (où il est appelé *ulaquahuitl*), le Guatemala, le Nicaragua, l'isthme de Panama, la Colombie et l'Équateur. Dans ces deux dernières contrées, sa limite vers l'Est est marquée par la Cordillère des Andes, qui sépare nettement la région des *Castilloa* de celle des *Hevea*.

D'une façon générale d'ailleurs, la côte américaine la plus favorable à la végétation du *Castilloa elastica*, est la côte Ouest, c'est-à-dire celle de l'Océan Pacifique. L'arbre se plaît là aux basses altitudes: c'est par exception qu'on le trouve, en quelques endroits, jusqu'à une hauteur de 500 mètres. Les terrains sur lesquels il pousse sont assez variables: il préfère pourtant les terres grasses ou sablonneuses, et, surtout, le bord des petits cours d'eau. Mais, à l'inverse des *Hevea*, qui recherchent les sols marécageux, les *Castilloa* ne peuvent vivre dans les terres où l'eau séjourne, et qui sont exposées aux inondations.

Au point de vue des conditions climatiques, il faut surtout une température assez uniforme, qui ne descende jamais au-dessous de 17° C. Dans les forêts de l'isthme de Panama, la température est généralement de 23° à 26° C. Ces forêts sont, en même temps, successivement humides. Il n'en faut, néanmoins, pas conclure

qu'une humidité constante soit nécessaire; en beaucoup de points de la côte du Pacifique où poussent les *Castilloa*, la saison sèche dure trois ou quatre mois, et les arbres y prospèrent.

Ce sont alors, quand ces conditions favorables sont réalisées, des arbres de grande taille. On signale au Mexique, au Nicaragua, à l'Equateur, des *Castilloa elastica* ayant 20 à 25 mètres de hauteur. Et la croissance est assez rapide : à Ilenaralgoda, où des cultures ont été entreprises depuis longtemps, des pieds de deux ans avaient, en 1880, d'après M. Trimen, plus de 7 mètres.

Les quantités de caoutchouc fournies par ces arbres, lorsqu'ils réussissent, sont largement rémunératrices. Peut-être ne faut-il pas prendre trop à la lettre les assertions de Cross, lorsque cet explorateur parle d'arbres de 60 mètres de hauteur, donnant 30 kilos de caoutchouc; et même quelques autres auteurs exagèrent aussi sans doute lorsqu'ils affirment qu'un arbre de 30 à 60 centimètres de diamètre, bien exploité, fournit environ 90 litres de lait, ce qui représente à peu près 25 kilos de caoutchouc. Mais ces chiffres, quelque exagérés qu'ils soient, n'en permettent pas moins d'admettre que le latex s'écoule en abondance des *Castilloa* et peut fournir annuellement, à partir d'une certaine époque, plusieurs kilos de gomme. Le chiffre qui nous paraît le plus raisonnable est celui donné par le Dr Morris, d'après lequel on tirerait d'un arbre de 70 centimètres de diamètre, 8 kilos environ de produit.

L'exploitation peut être commencée vers la sixième année. C'est l'âge attendu par les récolteurs au Nicaragua, et les *Castilloa* ont alors un diamètre d'environ 15 à 28 centimètres; ils ont déjà pu fleurir, mais n'ont pas encore donné de graines, car les fruits ne se forment qu'au bout de huit à dix ans. Sur des individus cultivés à Peradeniya et à Ilenaralgoda, les fleurs, pendant les premières années, étaient toutes mâles.

L'époque de la floraison est la saison sèche, le fruit mûrissant trois ou quatre mois plus tard. C'est au commencement de cette saison sèche, alors que les feuilles commencent à tomber, et avant que les nouveaux bourgeons apparaissent, que le latex est généralement récolté en Amérique.

La coagulation est obtenue par des procédés variables suivant les régions. Au Nicaragua, les extracteurs se servent du suc de l'*achete*, qui est l'*Ipomoea Boua-nox*, ou encore de celui d'une autre plante indéterminée appelée *coasso*. Les arbres, en cette région, sont incisés à la hache, en différents sens, et si maladroitement qu'ils ne peuvent être exploités que tous les trois ans. Le lait est recu dans des seaux en fer. A Panama, où l'on opère de façon plus barbare encore, puisque l'arbre est abattu, on coagule, soit aussi par le suc de l'*Ipomoea Boua-nox*, soit en laissant le latex reposer pendant quinze jours : au bout de ce temps, les globules se séparent du sérum. Enfin, au Mexique, on emploie comme coagulants le sel de cuisine ou le bicarbonate de soude.

Toutes ces gommés, ainsi préparées par des méthodes variées, n'ont pas évidemment la même valeur; actuellement cependant celles qui sont obtenues avec soin, telles que les *Nicaragua sheets*, valent 5 et 6 francs le kilo à Londres.

Le caoutchouc du *Castilloa elastica* est donc un produit qui peut prendre dans le commerce une importance plus grande que celle qu'il a actuellement, où il ne représente que 6 % de l'exportation totale du caoutchouc de l'Amérique. Et nous croyons que son prix s'élèverait s'il était préparé comme l'est, par exemple, celui de Para, c'est-à-dire si la coagulation était obtenue par l'enfumage, méthode qui présente tout d'avantages.

Il reste, il est vrai, à bien établir les résultats que donnerait la culture de l'arbre en dehors des pays d'origine. On sait déjà, par les plantations de *Manihot Glaziovii*, qu'il ne suffit pas que la plante pousse avec

vigueur pour que le produit conserve toutes ses qualités naturelles. Le climat n'influe pas quelquefois sur la croissance de l'arbre et a cependant une action sur l'abondance et la composition du latex. Mais pourquoi ne pas tenter maintenant avec le *Castilloa elastica* les essais qu'on n'a pas hésité à entreprendre avec le *Manihot Glaziovii*?

Et puisque, pour cette dernière espèce, les efforts n'ont pas été couronnés de succès dans toutes les régions, il faut bien s'adresser à une autre espèce. Nous croyons, encore une fois, qu'en dehors des plantes indigènes, c'est au *Castilloa elastica* qu'il faut songer en premier lieu.

L'arbre rapporte presque aussitôt que le caoutchoutier de Céara; il atteint, en peu de temps, une assez grande taille et devient, avec l'âge, ainsi que nous l'avons vu, un des plus riches producteurs de caoutchouc, supérieur même, à ce point de vue, au *Manihot Glaziovii* et aux *Hevea*; il a une aire géographique assez vaste pour qu'on puisse penser qu'il s'accommodera de conditions climatiques variées; et, enfin, ce qui peut donner encore quelque espoir, c'est la facilité avec laquelle il pousse dans nos serres, où il se fait remarquer par son aspect robuste, que ne présentent certainement pas toujours au même degré les autres plantes que nous venons de citer.

Pour sa culture, on se basera sur les renseignements que nous avons donnés plus haut, concernant ses conditions ordinaires de végétation, qui sont, en résumé, les suivantes : une terre grasse ou sablonneuse, voisine d'un cours d'eau, mais où l'eau ne séjourne pas; une température assez uniforme ne s'abaissant jamais au-dessous de 17°; une altitude peu élevée; une contrée où l'air soit humide, la saison sèche cependant pouvant durer trois ou quatre mois.

C'est au début de cette saison sèche, quand les feuilles tombent, que devront être faites les incisions, à partir de la sixième ou septième année.

Les *Castilloa* peuvent être propagés par semis ou par boutures, mais le bouturage, d'après M. Cross, serait préférable aux semis. Les branches qu'on veut bouturer, et qui peuvent être assez grosses, doivent être prises au moment où elles portent encore des feuilles; on les enterrera assez profondément, sur la longueur de plusieurs entre-nœuds, après avoir eu soin de bien laver la section pour éviter, à la surface, une accumulation de latex coagulé, qui nuirait à l'absorption de l'eau.

Ajoutons un fait qu'il n'est pas sans utilité de mentionner, car le planteur prendrait peut-être pour un cas pathologique ce qui est un phénomène normal : nous voulons parler du dimorphisme des branches.

Quand le *Castilloa* est jeune, tous les rameaux qui se forment sont caducs; ils ne se ramifient pas, se lignifient peu, et après avoir fait avec la tige, en se rabattant, un angle de plus en plus grand, tombent comme des feuilles, en laissant une large cicatrice. Ce n'est que vers la cinquième ou sixième année, quand l'arbre commence à fleurir, que d'autres rameaux apparaissent, qui se ramifient et persistent. Ces rameaux seuls peuvent être bouturés; les branches caduques ne représentent pas.

Tous ces renseignements donnés, nous ne pouvons que renouveler le désir que des essais de culture du *Castilloa elastica* soient poursuivis dans quelques-unes de nos colonies, comme ils le sont déjà dans les colonies anglaises et allemandes. Dans les régions, en particulier, où le cacaoyer est cultivé avec succès, il y a des chances de réussite, et on a vu par ce qui précède que le profit, après quelques années, est assez grand pour qu'on se décide à courir les risques de quelques plantations qui nécessiteront, en somme, des frais peu élevés. Le *Castilloa elastica* mérite autant, croyons-nous, d'attirer l'attention que le *Manihot Glaziovii*.

Henri Jumelle,

Professeur adjoint

à la Faculté des Sciences de Marseille.

RECHERCHES NOUVELLES

SUR LA CONSTITUTION ET LES RÉACTIONS DU LAIT

Le traitement du lait et de ses produits fait l'objet d'une industrie prospère et puissante en un grand nombre de points du globe¹. En France, en particulier, on peut avoir une idée de l'importance de cette industrie par ce fait qu'elle dépasse, comme chiffre d'affaires, celle de la production du vin, et cette dernière est cependant regardée comme un des joyaux de notre agriculture nationale.

La laiterie industrielle a acquis un pareil développement rapide dans plusieurs contrées dont elle a fait la fortune : en Danemark, en Suède, en Finlande, etc. Dans tous les pays où le climat tempéré et un peu humide permet l'établissement des pâturages, se sont élevées de puissantes usines, travaillant, par jour, des milliers et des milliers de litres de lait qu'elles transforment et dont elles préparent, par des manipulations diverses, quelques-uns de nos meilleurs aliments.

Mais, chose étrange, la matière première de cette heureuse industrie est restée à peine connue dans sa nature et ses réactions; le lait est un liquide si complexe, sa structure interne est si délicate, si changeante que bien des chercheurs en ont abordé sans succès l'étude difficile et que les progrès dans nos connaissances sur le sujet ont été d'une désespérante lenteur.

Après l'œuvre magnifique de M. Duclaux, qui a fait époque et est restée classique, un long silence s'est produit, à peine interrompu trop rarement par la communication de certains travaux remarquables, parmi lesquels nous pouvons citer surtout ceux d'Arthus et Pagès sur la coagulation, et de Freudenreich sur le rôle des organismes en fromagerie. Ce n'est que dans ces derniers temps, depuis une année, deux peut-être, que l'on a eu à enregistrer de nouvelles et intéressantes études, je ne dirai pas d'éclatantes découvertes, mais plutôt de ces observations qui les préparent. Certains travailleurs sont venus apporter quelques matériaux qui manquaient pour la construction de l'édifice; leur œuvre a été modeste, mais cependant elle demeurera d'une incontestable utilité.

Ce sont ces nouveautés scientifiques que nous allons passer en revue, en insistant plus particulièrement sur celles qui présentent un intérêt pour l'industrie, c'est-à-dire sur celles dont on a, dès maintenant, trouvé l'application et l'utilisation.

I. — ANALYSE DU LAIT.

§ 1. — Dosage de la matière grasse.

Le dosage de la matière grasse par l'intermédiaire des acides puissants réussit très bien et est presque aussi exact que le dosage par les procédés de laboratoire (Duclaux ou autres). Il est devenu de pratique courante. En soumettant un mélange de lait et d'acide sulfurique pur et concentré ($d = 1,82$) à la force centrifuge, la matière grasse se sépare et peut être mesurée en volume en opérant dans un tube à col gradué.

L'analyse est terminée en quelques minutes et si facilement que, dans quelques laiteries déjà, on achète le lait à la teneur en matière grasse comme dans les sucreries on achète les betteraves à la teneur en sucre; c'est le procédé Babcock, c'est le procédé Gerber.

La mise en pratique de l'un ou l'autre de ces procédés, d'ailleurs identiques, nécessite l'emploi d'un appareil centrifuge toujours assez coûteux; certains inventeurs ont essayé, tout en conservant le principe du dosage par liquide acide, de supprimer tout appareil mécanique.

M. J. Sallaz, pharmacien, directeur du Laboratoire municipal d'Annecy, traite un volume déterminé de lait par un égal volume d'acide sulfurique à 1,82 et un cinquième de volume d'un mélange à parties égales d'alcool amylique et de pétrole. Le mélange est chauffé à 70° et conservé un quart d'heure au bain-marie. Résultats satisfaisants.

Un autre procédé, dû au docteur Rahmschen, consiste à chauffer le lait avec le quart de son volume d'un mélange de potasse caustique, ammoniac, alcools amylique et éthylique.

Les proportions peuvent varier quelque peu sans inconvénients. M. Fouard, répétiteur à l'Ecole de Grignon, a étudié ce dosage, et adopté la formule suivante :

- 8 gr. de potasse caustique,
- 10 c.c. d'ammoniacque pure de commerce,
- 55 c.c. d'alcool éthylique,
- 15 c.c. d'alcool amylique.

Il complète à 100 centimètres cubes avec de l'ammoniacque.

Dans un ballon de 50 à 60 centimètres cubes, à col long, gradué en centimètres cubes et dixièmes, on introduit 36 centimètres cubes de lait et 10 centimètres cubes de mélange ci-dessus. On chauffe au bain-marie, bouillant presque, en ajoutant et rou-

1. Voyez, à ce sujet, l'article de M. R. LEZÉ : La Laiterie moderne et l'Industrie du Lait concentré, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 juin 1895.

lant le flacon pour faciliter l'agglomération des globules gras. En douze ou quinze minutes, la matière grasse est isolée et pure; on verse avec précaution de l'eau chaude le long des parois du tube pour faire monter la matière grasse dans la graduation. Soit v le volume noté dans les environs de 40 degrés, le ballon étant plongé dans un bain-marie tiède, le poids de la matière grasse par litre est 25 fois ce volume, i. e. c. représentant 1 gr.

En effet, la densité de la matière grasse du beurre est sensiblement 0,30 à 40 degrés. Donc le poids par litre est $1,000 \times \frac{v \cdot 0,90}{36} = 25 v$. Cette méthode est fort commode, elle est simple et rapide, les résultats qu'elle donne sont très satisfaisants et suffisamment exacts en pratique courante.

§ 2. — Dosage de la caséine.

Au laboratoire de l'École de Grignon, nous nous sommes préoccupés, dans nos recherches, de trouver des procédés rapides et surtout comparatifs.

Dans des laits récents, non encore attaqués par les organismes, on peut doser une matière albuminoïde en faisant tomber, dans un ballon contenant 20 centimètres cubes d'une dissolution d'azotate d'argent à 17 grammes par litre, 10 centimètres cubes de lait qu'on laisse écouler doucement de la pipette. On chauffe au bain-marie en agitant modérément: après quelques instants de chauffe, le précipité jaunit et monte à la surface; on laisse refroidir, on complète à 100 centimètres cubes avec de l'eau distillée et on titre l'argent restant (non immobilisé dans le précipité) par une dissolution décimale de chlorure de sodium et le chromate jaune de potassium comme indicateur.

§ 3. — Etude des variations de la chaux.

Le lait contient plus de 2 grammes de chaux par litre: les migrations de cette substance, dans les différents traitements industriels, offrent un intérêt pratique de premier ordre, car on peut presque dire que c'est le plus ou moins de chaux dans le lait ou ses produits qui règle la marche des fermentations et, partant, la qualité des produits. Il ne faut pas songer aux procédés usuels de dosage par l'oxalate d'ammoniaque; il importe d'agir vite et surtout de comparer. On se trouve très bien de l'emploi de la liqueur hydrotimétrique et elle donne des résultats des plus instructifs, à la condition d'opérer toujours sur des liqueurs neutres ou alcalines.

2 centimètres de lait, ou des liquides à examiner, sont additionnés de 38 centimètres cubes d'eau distillée: le dosage par la liqueur savonneuse est net, facile et ne prend que quelques minutes. Il faut tenir compte de la dilution provenant de la neutralisation de l'acidité lors du calcul final.

II. — NOUVELLES SUBSTANCES DÉCOUVERTES DANS LE LAIT.

§ 1^{er}. — Ferment Babcock.

M. Babcock est professeur à l'Université de Wisconsin (U. S. A.). C'est un savant de grand mérite auquel la science et la pratique sont redevables de beaucoup de services rendus. Il s'occupe surtout de laiterie, et c'est au cours de ses recherches qu'il a été amené à remarquer que du lait chargé de gros excès d'antiseptiques, tels que l'éther, le chloroforme, le benzol, le thymol, le fluorure de sodium, l'acide salicylique, etc., se caillait sûrement au bout de quelques semaines. L'analyse décelait, dans des laits absolument exempts d'organismes, l'apparition de protéines solubles et de peptones.

Ce qui était digne de remarque, c'est que le lait écrémé se conservait facilement tandis que, pour la crème, il fallait arriver à ajouter un volume égal d'éther pour prévenir tout changement. M. Babcock a conclu de ces observations que le lait devait apporter avec lui un ferment spécial, se fixant sur les corpuscules et entraîné par eux; mais cependant il n'a voulu formuler cette idée qu'après vérification: il a cherché si le sérum isolé du lait par caillage par l'acide acétique étendu, puis soumis à un chauffage, contenait avec le temps des proportions croissantes de matières azotées solubles. Cette idée a trouvé confirmation complète: on faisait le dosage de l'azote total dans le lait naturel, puis le dosage de l'azote dans le sérum. A l'origine, dans le lait frais, ce dernier représentait 16 % de l'azote total; au bout de 12 jours, il montait à 30 %; au bout de 300 jours, sa proportion s'élevait à 78 %. Entre temps, l'acidité ne variait pas; la stérilisation était donc complète, et cependant la coagulation et la métamorphose se reproduisaient toujours. Si de semblables décompositions ne s'observent pas dans du lait stérilisé par la chaleur qui, en effet, peut se conserver indéfiniment, c'est, pense M. Babcock, que la chaleur a tué le ferment naturel.

Mais toutes ces conceptions seraient restées à l'état d'hypothèses, si le savant américain n'était parvenu à leur donner un corps, une réalité, en isolant le ferment lui-même. Il a trouvé que ce ferment se condensait sur des corps pulvérents et qu'en particulier, il se concentrait dans le précipité caséux que l'on observe sur les parois des bols des écrémeuses centrifuges.

Le dépôt boueux, fraîchement recueilli, est mélangé à son poids d'alcool à 40°. La pâte est filtrée par pression dans une toile: on ajoute au filtrat du thymol ou du benzol et on filtre une deuxième fois après vingt-quatre heures. On obtient un liquide que l'on concentre au dixième de son volume, par évaporation à 25° dans un cou-

rant d'air, puis on réajoute encore de l'éther ou du benzol pour plus de sûreté.

Le liquide, ainsi préparé, est acide; il précipite par le carbonate de soude et décompose l'eau oxygénée; il caille le lait et le liquéfie ensuite.

Le caillage (ou la précipitation) se fait moins vite dans les solutions acides que dans les solutions neutres ou légèrement alcalines; c'est le contraire de ce qui se passe pour la présure et c'est la preuve que l'on a plutôt affaire à un ferment analogue au suc pancréatique.

Ce liquide a tous les caractères d'une diastase; il liquéfie la gélatine, il est détruit définitivement par l'application de la chaleur. Cette diastase attaque surtout la caséine et la dissocie; en caillant le lait, elle fait apparaître des protéides solubles; en agissant sur du caséum dans la préparation des fromages, elle liquéfie la caséine précipitée et contribue à la maturation des produits, même si le fromage est conservé dans une atmosphère d'éther ou de chloroforme.

La pratique a déjà profité de la découverte du Prof. Babcock; grâce à lui, on est parvenu à comprendre et à corriger certains accidents de fabrication que l'on ne pouvait s'expliquer autrefois.

§ 2. — Matières azotées du Dr Storch.

Le Dr Storch, de Copenhague, a découvert une nouvelle matière azotée qui, d'après lui, constituerait une enveloppe liquide des globules du lait. Il a d'abord constaté que de la crème, lavée à plusieurs reprises avec de l'eau sucrée stérilisée, retenait cependant toujours une matière azotée, car à l'analyse, elle donnait de l'azote. Il est parvenu à isoler cette matière des globules lavés en les dissolvant dans l'éther, et il reste une matière albuminoïde insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, soluble avec coloration dans l'acide sulfurique ou l'acide chlorhydrique et possédant la propriété remarquable, pour un albuminoïde, de réduire la liqueur de Fehling.

Cette matière serait nouvelle en vérité, mais son rôle demeure très effacé, très obscur; sa proportion autour des globules est, du reste, faible par rapport au poids de ces derniers; l'analyse dénote 2 millièmes d'azote du poids des globules, et le savant danois calcule alors que les globules sont composés de 72,5 de matière grasse et 27,5 de ce mucus enveloppe.

Ce serait ce mucus qu'il faudrait dissoudre pour mettre les globules à nu, lors du traitement du lait par l'éther; ce serait ce mucus que le barattage aurait pour but et pour effet de briser ou d'ouvrir pour l'agglomération des globules dans la fabrication du beurre.

Le Dr Storch vient de démontrer l'existence d'une

autre matière, probablement azotée aussi, ferment (?), par la réaction suivante: Si l'on ajoute à du lait pur une dissolution de phénylène diamine, puis de l'eau oxygénée étendue, on a une coloration brune un peu violacée.

Mais si le lait a été préalablement chauffé à 80° ou au-dessus, les choses changent. La coloration ne se produit pas; on l'observe très bien sur du lait qui n'a été chauffé qu'à 78° ou même 79°, et elle est si nette et si sensible qu'elle peut permettre de reconnaître si du lait a été chauffé au-dessus de 80°.

Cette matière n'a pas été isolée encore; serait-elle le ferment Babcock?

III. — FERMENTATION DU LAIT.

Cette fermentation, qui intervient dans toutes les manifestations industrielles que l'on fait subir au lait ou à ses produits, est si complexe qu'elle est à peine connue; c'est tout juste si l'on soupçonne ce qui peut se passer.

Aussi n'ose-t-on guère parler de phénomènes dont on ne connaît, d'une façon certaine, que le résultat, comme la tourne du lait.

Nous savons que du lait abandonné à lui-même, sans précaution contre les organismes, du lait pur en contact avec l'air, s'acidifie par transformation d'une partie du sucre de lait en acide lactique; mais là s'arrêtent à peu près nos connaissances, et l'on est si bien persuadé que l'acide lactique est le seul facteur de l'acidité, que l'on exprime cette dernière en acide lactique par litre.

On titre donc l'acidité d'un lait (10 centimètres cubes) avec de la potasse à 6 gr. 22 par litre, et le nombre de dixièmes de centimètres cubes de potasse employés pour neutraliser l'acide représente le titre. C'est ainsi que l'on dit qu'un lait normal titre de 14° à 17°; un lait qui donne 20° à 25° est touché par les microbes; un lait à 30° se coagule par la chaleur; un lait à 45° ou 50° se coagule à froid, il tourne; on croit et on dit qu'il tourne lorsqu'il contient 4 ou 5 grammes d'acide lactique par litre.

Mais des expériences bien simples vont nous prouver que l'acidité dépend, non seulement de l'acide lactique, mais de plusieurs autres composés.

Il existe plusieurs moyens d'isoler la caséine d'un lait: on peut la précipiter par un acide, par la présure; le procédé le plus facile pour la séparer, est de traiter le lait par un sel neutre dans la dissolution concentrée duquel la caséine est insoluble.

Le sel ordinaire, NaCl, est excellent pour cet usage. On ajoute à du lait la moitié de son poids de sel; on laisse en contact à froid, en agitant de temps en temps, pendant un quart d'heure ou vingt

minutes, et on filtre. Le liquide qui passe est verdâtre et absolument limpide : la caséine et la matière grasse ont été retenues sur le filtre. On peut laver le filtre à la saumure saturée et compléter au volume primitif : mais ce petit travail supplémentaire est inutile ou tout au moins superflu : un dosage acidimétrique démontre que la proportion d'acide a très sensiblement baissé ; l'acidité a rétrogradé et de beaucoup. Il y a donc, dans la portion restée sur le filtre, un corps qui intervenait dans l'acidité, ou, autrement dit, celle-ci résulte de la superposition de l'action de la caséine sur le filtre, et de l'acide qui a passé.

Mais voici plus : si, avec la plotaléine comme indicateur, on arrive presque à la saturation, par la potasse, du sursérum salé, qu'on atteigne le rose pâle, puis qu'à ce moment on ajoute de l'eau distillée, la couleur vire au rouge éclatant.

Ce résultat est surtout sensible avec les laits déjà un peu acides, 25° au plus.

Par conséquent, dans ce sérum salé, il y a encore deux corps jouant le rôle d'acide : l'acide lactique toujours et un autre corps, un corps azoté, probablement une leucine, une leucine très altérable, décomposable même par l'eau, en donnant de l'acide carbonique et une ammoniaque composée.

Dans un lait en voie d'acidification spontanée :

1° L'acidité va en augmentant ;

2° Celle du sérum salé augmente aussi ;

3° Le titre hydrotimétrique du sérum salé croît ;

4° Le titre argent du lait acide va en diminuant.

Ainsi la molécule de caséine primitive est rongée et dissociée peu à peu ; elle se résout elle-même en composés de formules plus simples, et sa chaux se sépare.

La dislocation du lait est graduelle et la tourne arrive quand la majeure partie de la chaux est éliminée. Mais les composés qui ont pris naissance sont d'une instabilité étrange dont voici la preuve :

Que l'on prenne, par exemple, le titre acide global d'un lait en voie d'altération, puis le titre de ce même lait après une agitation de quelques instants : on trouvera que ce second titre est inférieur au premier ; l'acidité a diminué par l'agitation.

La molécule caseuse s'est-elle reconstituée ? Ce n'est pas probable ; on doit plutôt penser que la substance inconnue s'est décomposée en acide carbonique, dont on constate le dégagement, et en une ammoniaque composée soluble et alcaline.

Cette rétrogradation se constate dans le barattage de la crème : le titre acide primitif baisse très vite avec l'agitation.

Toutes ces notions nouvelles, quoique vagues et incomplètes encore, éclairent cependant déjà quelques questions dont on n'osait pas aborder l'examen : citons deux d'entre elles comme exemple.

1° Le caillage du lait n'est pas un phénomène subit, instantané ; il est au contraire progressif, et se traduit toujours par une migration ou un échange de position de la chaux ; le lait bouilli a un titre hydrotimétrique qui va en diminuant avec le temps de chauffe.

Le lait bouilli n'est plus du lait naturel ; le goût a changé parce que la composition et la structure primitives ont changé ; pour certains estomacs, le lait bouilli est devenu plus digestif ; pour beaucoup de personnes, il doit l'être beaucoup moins, parce que sa caséine et sa chaux sont déjà partiellement insolubilisées.

2° Il existe une différence énorme entre le fromage de Gruyère et le Camembert ; ils n'ont ni le même goût, ni le même aspect, ni surtout la même odeur, et, cependant, tous deux sont préparés par le caillage du lait sous l'influence de la présure, une diastase gastrique, mais voici :

Le Gruyère est fabriqué avec du lait doux très frais, emprésuré rapidement à température relativement élevée. Le caillé est doux, plastique, conserve toute sa chaux : c'est du lait, moins la lactose et presque toute l'eau qui s'en vont dans le sérum : c'est presque du lait concentré sans lactose et sans l'albuminoïde soluble.

Le Camembert est fabriqué avec du lait plus ou moins sûr, emprésuré lentement à température relativement basse, l'acidification continue à marcher pendant le travail. Le caillé est gorgé d'acide et de lactose qui se transforme peu à peu en acide ; la chaux est partiellement éliminée du caillé. Ce n'est plus qu'un vague souvenir du lait primitif ; le caillé vacille sur sa faible armature dépourvue de substances fixes, il est plus aqueux ; le Camembert peut être plus agréable au goût que le Gruyère, il est certainement moins nourrissant.

Le mode de fermentation de ces deux extrêmes est du reste totalement différent puisque le milieu diffère. Au cours du travail industriel, sur la surface extérieure du Camembert, qui est acide, vont apparaître des moisissures ; le Gruyère est neutre, sa pâte est dure et compacte, ce sont des bactéries qui lentement déterminent la maturation en se développant à l'intérieur du pain.

Toutes ces questions, tous ces problèmes présentent l'attrait de la chose nouvelle et difficile ; la science pénètre dans ces usines de laiterie nées d'hier, timide et effarée, cherchant son chemin, mais elle l'aura bientôt trouvé, et c'est par elle que tout marchera dans un avenir prochain. On comprendra que, dans une laiterie moderne, le chimiste est le premier fonctionnaire à installer, car il reste beaucoup à observer, beaucoup à étudier, beaucoup à découvrir.

R. Lezé.

Professeur à l'Ecole d'Agriculture de Grignon.

LA CONCURRENCE DES RACES A JAVA

LA QUESTION CHINOISE

Concurrence des races : on va voir dans quelle mesure l'expression est exacte. Tout d'abord, disons qu'il ne s'agit que de concurrence économique. Question d'argent, non pas de religion, non pas de morale, non pas même de politique. Cela dit, voici comment se manifeste à Java la concurrence des races.

Java est habité par des représentants de la race blanche et par des représentants de la race jaune. La race blanche est une infime minorité, la race jaune une majorité immense. Les blancs ne sont pas tous d'une même famille : il y a des Hollandais, puis, beaucoup moins nombreux, des Allemands, des Anglais, des Français, des Italiens, des Arméniens, des Arabes. Les jaunes n'appartiennent pas non plus tous à un même groupe : il y a des Malais, il y a des Chinois, et d'autres Orientaux étrangers à l'Insulinde ; les Malais sont des Malais proprement dits et des Javanais ; les Javanais, à leur tour, se subdivisent en Javanais proprement dits et en Madérais et Sendanais, très différents entre eux d'aspect et de génie. Entre ces divers éléments, il y a concurrence à tous les échelons : concurrence entre Madérais, Sendanais et Javanais ; concurrence entre Javanais et Malais ; concurrence entre Malais et Chinois ; finalement concurrence entre jaunes et blancs. Est-ce là concurrence de races ? On ne peut pas l'affirmer sans réserves.

Les intérêts se mêlent et s'enchevêtrent, en sorte que la lutte des races passe — comme il arrive souvent — au second plan, derrière la lutte des intérêts, et qu'en dernière analyse on trouve des représentants des deux races unis contre des représentants d'une seule : des blancs et des jaunes alliés contre une catégorie de jaunes ; des Européens et des Javanais ligués contre des Chinois. Mais, sous cette forme, l'exposé de la question est encore un peu inexact, et l'idée de concurrence de races un peu déformée. A parler net, voici ce qui se passe : des Européens s'irritent de voir des Chinois s'enrichir à Java ; ils traduisent ce sentiment en termes nobles : ils s'indignent de voir les Chinois exploiter et démolir les Javanais ; ils viennent spontanément au secours des Javanais, qui, moitié insouciance, moitié habitude, se plaignent peu ; ils demandent contre les Chinois des mesures de protection au profit des Javanais. Ainsi Européens et Chinois en scène, Javanais dans la coulisse. Est-ce là cette fois concurrence de races ?

Mais l'exposé n'est pas encore exact. La lutte

est, au fond : 1° entre ceux qui travaillent et produisent à bon marché et ceux qui travaillent et produisent chèrement ; 2° entre ceux qui ne sont retenus dans la poursuite de la richesse par aucun frein moral, par aucun préjugé, et ceux que leur conscience ou le respect humain oblige, parfois à leur corps défendant, à s'abstenir de certaines pratiques, ce qui les met en état d'infériorité en face de leurs rivaux. Et cette manière de poser la question est si légitime qu'en fait les divers concurrents se rangent en deux camps : Hollandais, Anglais, Allemands, même Français (ceux qui travaillent et produisent chèrement), d'une part ; et, d'autre part (ceux qui travaillent et produisent à bon marché : Chinois, Arabes, Japonais, Arméniens et même Italiens. Seulement, Arabes, Japonais, Arméniens et Italiens sont en petit nombre ; les Chinois forment les gros bataillons, et voilà pourquoi on montre généralement, d'un côté, les Européens agissant, comme on dit au Palais, tant en leur nom personnel qu'au nom des autochtones dont ils sont les défenseurs, et, d'un autre côté, les Chinois ; voilà pourquoi tout le monde aux Indes néerlandaises parle de la question chinoise.

Avant d'aborder la question chinoise, je voudrais dire quelques mots des Japonais et des Arabes.

1

Il y a quelques années encore, on ne parlait guère des Japonais à Java : ils étaient à peine quelques individus, des acrobates ou des prostituées. Aujourd'hui, ils sont beaucoup plus nombreux¹ : encore quelques acrobates, déjà plus de prostituées, et des commerçants en nombre croissant. Et l'on commence à s'en préoccuper, mais pas seulement pour des raisons d'ordre purement économique.

La guerre sino-japonaise et les triomphes du Japon, qui ont étonné l'Europe, ont troublé l'Extrême-Orient. Ce peuple oriental, passant tout d'un coup, par droit de conquête, au rang de puissance occidentale, a alarmé ceux-là même qu'on eût pu croire au-dessus de l'inquiétude. Java possède une armée solide, un état-major instruit, et des camps, et des forteresses, et des chemins de fer de concentration, et c'est une opinion, que je ne suis pas

¹ Les statistiques ne permettent pas d'en connaître le nombre exact. Ils y figurent sous la rubrique : autres Orientaux étrangers, qui sont au nombre de 3.238 fin de 1896, à Java, et 8.205 dans les possessions extérieures.

seul à soutenir, que ni 25.000 ni même 50.000 hommes de bonnes troupes ne suffiraient pour en venir à bout. Malgré cela, les autorités indo-néerlandaises, à n'en pas douter, rangent les Japouais parmi les puissances avec lesquelles il est sage de compter. Et c'est une des raisons qui font que les sujets japonais sont de ceux que l'on tient à l'œil.

Mais il y en a une autre. Récemment, le Japon a signé avec plusieurs grandes puissances des traités de commerce où il a stipulé, pour ses nationaux, le même traitement qui serait accordé aux Européens. En vertu de ces traités, les Japonais ont les mêmes droits à l'égard de la partie contractante que les sujets de n'importe quelle puissance occidentale. Il ne peut plus être question d'apporter des obstacles à leur entrée ou à leur établissement, de les assujettir à des taxes spéciales, ou de les soumettre à des restrictions ou à une surveillance. Or, la Hollande est précisément l'une de ces puissances qui ont traité avec le Japon, et cette circonstance emprunte une importance particulière à la conquête récente par le Japon de l'île de Formose. A la suite de cette conquête, les Chinois indigènes ont été autorisés à réclamer la nationalité japonaise; par suite, s'ils se fixent sur le territoire d'une nation qui a contracté avec le Japon, ils peuvent prétendre au traitement accordé aux nationaux japonais, et, c'est-à-dire, aux Européens eux-mêmes. Il en résulte que Formose étant proche de Java, Java est menacé de voir quelque jour arriver par bandes et se fixer dans le pays des Chinois, contre lesquels on n'aura aucune action, qu'il faudra accueillir comme des Européens, mais qui n'en seront pas moins des Chinois de race, avec le tempérament, les procédés et les chances de succès de leurs compatriotes demeurés Chinois de nationalité. Cela est gênant.

Les Arabes — au nombre de 17.000 à Java et de 8.000 dans les possessions extérieures — apportent avec eux des inconvénients d'un autre ordre, d'ordre économique et aussi d'ordre religieux.

Dans l'ordre économique, on peut, à certains égards, les comparer aux Chinois. Ce n'est pas, toutefois, qu'ils soient grands clercs en agriculture ou en commerce: ils viennent d'un pays qui ne produit rien. Mais ils s'entendent à manier l'argent et à le faire fructifier par le prêt à usure et par la vente à crédit, qui peut être, qui est souvent une forme de l'usure, et ainsi à lever tribut parfois sur les Européens et toujours sur les Javanais. Dans les deux circonstances, la religion remplit son office.

Ces Arabes, qui sont le plus souvent des habitants de l'Hadramout, région située non loin de La Mecque, ont un affichage un grand zèle religieux; ils mettent la religion dans toutes leurs affaires, en ayant soin

d'en invoquer surtout les préceptes qui peuvent leur être utiles. C'est, par exemple, dans l'Islam, une doctrine populaire, quoique, si l'on n'y joint pas les réserves voulues, absolument dénuée de fondement, que dépouiller le chrétien constitue pour le musulman une œuvre méritoire. Partant de là, certains de ces Arabes, quand ils le peuvent, se livrent à l'opération suivante: ils achètent en gros, chez des Européens, des marchandises qu'ils revendent en détail aux indigènes. Les premières fois, ils paient avec exactitude. Ils apportent dans leurs transactions une ponctualité et une rigueur qui donnent la plus haute idée de leur probité. Sans doute, il n'est pas d'Européen qui ne sache qu'il est prudent de se défier d'eux et de ne leur livrer les marchandises qu'argent comptant. Mais leur hypocrisie prolongée a endormi toute défiance et chaque marchand prononce l'anathème contre la race entière, hormis celui avec qui il traite. A ce moment, et après dix marchés scrupuleusement exécutés, l'Arabe fait un gros achat. Cette fois, il demande terme pour payer; on le lui accorde, il vend au plus vite, réalise en espèces et s'enfuit, et, de loin, nargue celui qui lui a fait confiance.

Voilà comment il dupe l'Européen; voici comment il ruine l'indigène. Ici encore la religion joue son rôle. Le musulman javanais est rarement un chand musulman. Il pratique un islamisme mâtiné d'hindouisme et facile. Mais il a le respect de la religion et surtout, se sentant plus tiède et presque hérétique, de la religion pure et stricte; placé aux extrémités de l'Islam, il a une vénération pour ceux qui sont au cœur. Il regarde ces hommes de l'Hadramout, qui sont allés ou censés être allés à La Mecque, comme nos ancêtres du Moyen Age regardaient les pèlerins retour de Jérusalem. Même les faiblesses ou les vices de ces Hadji ne les diminuent pas à ses yeux assez pour qu'il se permette de les juger, encore moins de les mépriser. Les Arabes profitent de cet ascendant pour faire des affaires. Là où un Européen ne pourra rien vendre, l'Arabe écoulera tout un lot de marchandises. Il lui arrive de réussir même là où le Chinois échouerait. Le Chinois, aux yeux du Javanais musulman, est un païen, un être fort, sans doute, dont on subit la loi, mais qu'on trompe si l'on peut. L'Arabe est un croyant de la même foi, un être supérieur à qui l'on cède volontiers. Au surplus, l'Arabe offre des facilités: il vend à crédit. C'est l'amorce à laquelle le Javanais se laisse toujours prendre.

Il reçoit quelque chose et ne donne rien en échange; tentation irrésistible. Plus tard viendront les échéances, les intérêts usuraires et les à-compte ruineux. A la différence du Chinois, l'Arabe ne laisse pas longtemps languir ses victimes. Les délais sont plus courts, l'exécution plus brutale. Le

mot « Arabe » a le même sens chez nous et là-bas. C'est un grand destructeur de richesses : il ruine ses victimes et s'en retourne au pays chargé de leurs dépouilles.

Sur le terrain religieux, a-t-il une influence aussi funeste que sur le terrain économique? Beaucoup de Hollandais le prétendent. Cela n'est pas prouvé. Il faut distinguer. Là où les Européens ne sont pas en nombre, dans les îles de l'Insulinde où il n'ont pas une forte position, les Arabes peuvent être redoutables. Leur foi religieuse n'est peut-être pas très sincère; mais ils savent qu'en pays musulman la foi, vraie ou affectée, est un sûr instrument de domination, et ils font montre de piété et de zèle, ce qui leur assure du même coup une situation exceptionnelle sur le marché économique. Les indigènes, pris à ces apparences, pratiquent, à leur exemple, leur religion d'une manière plus stricte et parfois se haussent jusqu'au fanatisme, ce qui est toujours une circonstance inquiétante pour la domination européenne.

Mais là où, comme à Java, les Européens ont une situation inébranlable, là où toute l'administration et toute la puissance administrative sont entre leurs mains, les Arabes, au contraire, ne peuvent exercer aucune influence fâcheuse. Ils ont quitté leur patrie dans un but de lucre; ils ambitionnent de s'enrichir et de retourner au pays avec une aisance ou même avec la richesse; ils ne s'exposent que bien rarement, par une propagande religieuse exagérée, aux soupçons et aux sévérités des autorités hollandaises qui, du jour au lendemain, pourraient les expulser. Au surplus, les Javanais, plus que les indigènes des autres îles, ont la possibilité d'échapper à leur influence morale: il leur arrive d'entendre un autre son de cloche. Les Arabes sont loin de mener à Java une vie exemplaire: ils boivent du vin; ils associent les femmes à leurs fêtes; ils commettent le péché d'adultère, toutes infractions à la loi qui, relevées au besoin et signalées, amoindrissent leur prestige assez pour qu'ils cessent d'être dangereux sur le terrain religieux et politique.

D'ailleurs, ces Arabes, fraction presque insignifiante de la population ils sont à Java environ 17.000, dont 10.000 du sexe masculin, ne sont pas unis. Par caractère et par tradition, ils sont, au contraire, fort divisés. S'il y a mille Arabes, il y a cent partis, qui se haïssent et s'affaiblissent. Les Saïd, par exemple, des diverses familles, ne se gênent pas pour dévoiler les faiblesses et les vices des familles rivales et en ruiner l'autorité.

Le sentiment de leur impuissance et du tort matériel surtout, qu'ils se feraient en s'aliénant les autorités hollandaises, est assez fort pour les engager à un loyalisme indiscutable. A Bantam, pro-

vince où s'est concentré presque tout ce qui reste de fanatisme à Java, on les a vus, quand éclata, il y a quelques années, une petite révolte d'allure religieuse, se rendre en corps auprès des autorités hollandaises et les assurer de leur dévouement. Etaient-ils sincères? On en peut douter. Mais ils comprenaient que les premiers soupçons se porteraient sur eux; qu'on les accuserait d'être les chefs du complot; que, par suite, il serait expulsés sans délai, qu'ils perdraient peut-être leurs biens et à coup sûr la situation grâce à laquelle ils avaient pu s'enrichir; et, pour conjurer ces éventualités, ils faisaient profession de loyauté et d'obéissance envers le pouvoir souverain.

Même ceux d'entre eux qui ont conquis sur les indigènes une grande autorité morale et religieuse, sont et tiennent à faire preuve d'une correction, absolue ou relative, envers les Hollandais. Il y a à Batavia un chef religieux célèbre, nommé Saïd Osman ben Abdallah Alaoui. Il est en relations étroites avec les autorités spirituelles de La Mecque; il enseigne le droit musulman et se montre, sur le terrain scientifique, dans son cercle restreint d'auditeurs, très intransigeant sur les doctrines fondamentales de l'Islam; il écrit et publie fréquemment de petits livres, semblables aux *tracts* protestants, dans lesquels il vise à purifier l'Islam à Java de toutes les introductions, d'origine chinoise ou européenne, qui lui ont enlevé son caractère et sa pureté. Mais ce qu'il doit à la religion ne lui fait pas oublier ce qu'il doit à l'État: il professe en toute occasion le respect aux autorités établies; il condamne sévèrement la doctrine pseudo-islamique en vertu de laquelle il se croit méritoire de s'approprier le bien d'un *roumi*; enfin, dans les petits traités que je viens de dire, où il ne s'agit plus, comme dans les cours de droit, de science, mais d'art et d'application, il a soin de consulter des amis européens sur la correction politique des opinions qu'il professe et sur le jugement qu'en porteront les autorités hollandaises.

Tel est, en quelques mots, l'aspect de ce qu'on peut appeler la question japonaise et la question arabe: maintenant, arrivons à la question chinoise.

II

La question chinoise a beaucoup d'aspects. On peut la prendre au plaisant et accuser d'hypocrisie les Européens, qui cherchent à faire passer pour ennemis de l'État des hommes dont le seul défaut est d'être plus travailleurs qu'eux, plus économes et plus habiles, et de leur faire sur presque tous les terrains une concurrence redoutable. On peut la prendre au tragique, faire des Chinois, de leur apât, de leur immoralité et de leur œuvre de

démoralisation le plus sombre tableau, et réclamer, dans l'intérêt du peuple qu'ils pressurent et qu'ils terrorisent, des mesures exceptionnelles de protection. On peut encore, tout en reconnaissant le mal, déclarer que c'est un mal inévitable, et que le mieux est de le subir patiemment, attendu qu'il ne comporte aucun remède; ou, au contraire, chercher s'il n'existe pas quelque remède et en proposer d'une efficacité plus ou moins certaine, à échéance plus ou moins longue. Et, de quelque manière qu'on envisage la question, et quelque solution qu'on propose, on est sûr d'être, pour une partie, dans le vrai et dans le juste; mais, pour une partie seulement. C'est dire que le problème est complexe.

Les Chinois ont tant d'aptitudes, ils savent si merveilleusement se plier aux circonstances, qu'on les rencontre aux Indes dans toutes les conditions. Leurs professions les plus habituelles sont celles d'artisans et de marchands; mais ils sont aussi agriculteurs, comme à Bornéo, coolies et mineurs comme à Sumatra, et jardiniers et terrassiers, et même propriétaires et exploitants d'immeubles ruraux. Détail caractéristique: ces mêmes Chinois qui, au Tonkin, à Hong-Kong, à Shanghai entrent si volontiers chez les Européens comme *boy* et comme *butler* et y servent avec tant d'ingéniosité et d'attentions que le regret de tout Européen, qui a une fois eu affaire à eux, est de n'avoir plus de serviteur de leur race, ces mêmes hommes, à Java, se refusent à servir l'Européen. Ni valets de chambre, ni maîtres d'hôtel. En revanche, employés, caissiers, contrôleurs. Les Hollandais, je l'ai déjà dit, les redoutent; le gouvernement s'en méfie; mais il n'est pas une grosse maison privée de commerce ou de banque, pas une grande administration publique qui, à son personnel européen, n'adjoigne un certain nombre d'auxiliaires chinois, sur qui on se repose de tous les services qui exigent de l'ordre, de l'attention, du sang-froid.

Il y a encore une partie où on les rencontre, à l'exclusion de tous concurrents, soit javanais, soit européens, c'est dans ce qu'on appelle les fermes: ferme de l'opium, ferme des bacs ou des postes, fermes des monts de piété, des jeux, des abattoirs ou plutôt des bêtes abattues, etc. On sait ce qu'est le principe des fermes: moyennant une redevance à payer au gouvernement, dont le montant est déterminé par un procédé tel, par exemple, que la concession ou l'adjudication, le fermier est autorisé à exercer un certain monopole: prêter sur gage, vendre l'opium, assurer le passage des rivières, établir les relais, etc., etc. Quand un gouvernement recourt à la ferme pour un impôt, c'est que l'argent qu'il en attend est d'un recouvrement difficile; sinon, il pratiquerait la régie ou la per-

ception directe. Or, pour cette sorte de besogne, le Chinois est sans rival, parce qu'il ne connaît ni répu gnances, ni scrupules, ni pitié. L'Européen, si le hasard de l'adjudication l'a rendu fermier, n'a d'autre ressource que de rétrocéder son contrat à ces Chinois; faute de quoi il perd de l'argent là où le Chinois en gagnerait.

Quel autre qu'un Chinois se mêlera aux indigènes, parlera leur langue, partagera leur vie, captivera leur confiance, descendra aux détails écœurants, exigera àprement son dû et même davantage, et tirera parti de la moindre infraction au contrat pour imposer des conditions plus dures? Voici, par exemple, la ferme des bœufs abattus. Le Javanais qui tue un bœuf doit payer 3 florins au fermier. Comment faire pour percevoir la taxe? Comment parer aux fraudes si tentantes et si faciles? Comment tirer trois florins d'une bourse à travers laquelle l'argent fuit comme l'eau par une passoire à larges trous. Il faut, pour cela, espionner ou entretenir des espions, parcourir les villages, et sans cesse user de pression ou entrer en accommodement. Le Chinois, lui, dès qu'il s'est vu concessionnaire de la ferme, a fait un contrat avec les principaux tanneurs, à qui il garantit un nombre fixe de peaux; et c'est là une affaire excellente pour les deux parties. Mais l'affaire devient encore meilleure pour le Chinois, si les Javanais qui ont abattu des bœufs se trouvent hors d'état de payer l'impôt. Il exige alors, en paiement, au lieu d'argent, des peaux, qu'il ne compte qu'à un prix dérisoire, et il gagne deux fois, comme fermier et comme vendeur. L'Européen s'indigne de ces habiletés et de cette âpreté du Chinois; mais peut-il faire aussi bien par des procédés plus honnêtes et plus humains? Et le gouvernement peut-il se passer des sommes que rapportent ces fermes?

Il y a une classe de Chinois qui a, plus que toutes les autres, le don d'exaspérer l'opinion, ce sont les Chinois propriétaires de domaines particuliers. J'ai déjà expliqué sommairement, dans cette *Revue*¹, ce que c'est que ces domaines particuliers. Le gouvernement des Indes néerlandaises prétend sur toute terre soit à la pleine propriété, si la terre est vacante et sans maître, soit au domaine éminent si la terre est occupée. Les terres dont il a la pleine propriété, il n'en veut plus aujourd'hui concéder par contrat que la possession pour un temps plus ou moins long; mais pendant le XVIII^e siècle et la première partie de celui-ci, surtout sous la domination française et anglaise, il a, pressé par des besoins d'argent, aliéné totalement de larges portions de territoire, au bénéfice parfois

¹ Voyez, dans la *Revue* du 30 mai 1898, l'article de M. Chailley Bert sur le Jardin colonial de Buitenzorg.

d'Européens et parfois de Chinois. Ces portions, aliénées en pleine propriété, sont ce qu'on appelle des Domaines particuliers. Or, beaucoup de ces Domaines particuliers, même de ceux qui ont été vendus à des Européens, sont aujourd'hui aux mains des Chinois. C'est que l'Européen passe et que le Chinois reste. Conséquence : de véritables fiefs, avec droits sur la terre et droits sur l'habitant, et même avec une sorte de délégation des pouvoirs publics, sont aux mains des Chinois, c'est-à-dire de gens dont on redoute, et le plus souvent avec raison, la dureté comme maîtres et l'absence de conscience comme représentants, à un degré quelconque, du gouvernement ou de l'administration.

Ce qui est le plus exaspérant, c'est que ces Chinois, grands propriétaires et gros marchands, sont des gens qu'on a vus arriver et débiter dans les postes les plus humbles. La carrière du Chinois est presque toujours la même : c'est celle d'un parvenu. Il part de Chine, débarque, et entre chez un de ses compatriotes comme coolie, parfois comme apprenti, et travaille d'abord pour rembourser son passage, dont le prix, à l'ordinaire, lui a été avancé. Au reste, ce qu'il gagne est rien, ou peu de chose : le gros Chinois s'entend à exploiter ses compatriotes comme les étrangers. Voici, par exemple, un menuisier ou un fabricant de meubles. Il vous fabrique sur commande des meubles du type qui vous plaît et il vous en demande juste la moitié de ce qu'exige son concurrent européen pour des meubles faits d'avance. Comment arrive-t-il à un pareil bon marché ? Très simplement. Il emploie comme ouvriers de jeunes Chinois, qu'il nourrit (littéralement des compagnons ; et à qui, de temps à autre, il donne une pièce de 30 cents (environ 1 franc). Les choses vont ainsi durant dix-huit mois ou deux ans. Au bout de ce temps, l'apprenti sait son métier, et donne au patron le choix ou de le payer désormais ou de le laisser partir, quitte à former d'autres apprentis. C'est ce dernier parti que le patron prend généralement : cela lui coûte moins d'argent et plus de peine. Mais de sa peine il n'est pas avare, et ce qu'il sauve d'argent lui permet de battre ses concurrents à force de bon marché.

Sorti de dettes ou d'apprentissage, le Chinois économise le plus qu'il peut, puis achète, soit chez des Chinois, soit chez des Européens, moitié comptant, moitié à crédit, des marchandises de débit courant, qu'il place sur une balle, et promène par le pays. Il est colporteur, le plus admirable des colporteurs. Rien ne le rebute, ni le poids de son fardeau, ni la longueur de la route, ni l'indifférence des clients. Du matin au soir, il garde son pas aussi relevé, son sourire aussi obséquieux, son

langage aussi insinuant. Bientôt il a gagné de quoi prendre un auxiliaire, puis de quoi ouvrir boutique, puis de quoi remplir plusieurs magasins. Et il fait toutes les opérations : la partie et la contrepartie, la vente et l'achat. Il vend les produits européens, il achète les produits indigènes, et il gagne comme vendeur et il gagne comme acheteur.

Il n'est pas seulement marchand, il est banquier, prêteur, usurier ; rien ne le rebute, rien ne lui paraît au-dessous de lui ; il court les grosses affaires et il ne dédaigne pas les petites. Cependant sa fortune s'assied et s'enfle ; il inspire l'envie, il inspire confiance ; il s'associe à des compatriotes dans les grosses entreprises de fermes : il est fermier des jeux, des bacs, de l'opium, des monts-de-piété. Il a des fonds plus que ses affaires n'en comportent ; il fait des placements ; il achète une sucrerie, à vil prix ordinairement, de quelque Européen imprudent, et là où l'autre s'est ruiné il va joindre les deux bouts et peut-être réaliser des bénéfices ; car il gagne sur les ouvriers de la terre, il gagne sur les ouvriers de la fabrique et il ose ouvrir sur sa propriété un *warong* (bazar, épicerie, restaurant), où il écorche la clientèle, une clientèle qui dépend de lui et n'est pas libre d'aller ailleurs. L'Européen se repose dans cette poursuite de la richesse ; lui ne s'arrête jamais. Les trésors amassés ne le rendent pas indifférent aux petits bénéfices ; il demeure aussi âpre et aussi dur que quand il était dénué de tout. Malheur même au compatriote qui se trouve sur sa route ! Voici un Chinois qui n'achète pas d'opium et dont, cependant, on a relevé le nom sur les registres du précédent fermier : bon ! qui n'est pas avec moi est contre moi ; en conséquence, on ira déposer furtivement chez lui de l'opium de contrebande, puis on le dénoncera à la police et on le fera condamner comme fraudeur.

A ce métier, il entasse, et il amasse ; il concentre entre ses mains une fortune énorme ; fortune surtout immobilière. Dans les villes, les belles maisons lui appartiennent ; la sienne est parfois une demeure d'apparence modeste et d'intérieur princier ; et si, dans la rue, vous voyez filer, à grand train, un équipage irréprochable, ce sera celui, à Batavia, d'un fonctionnaire ou d'un Chinois, à Sorabaja, d'un Chinois toujours.

Dans l'Insulinde, ils sont un peu moins de 500.000, 261.000 à Java, 223.000 dans les possessions extérieures. C'est peu de chose en face des 25 millions de Javanais ; c'est beaucoup en face des 50.000 Européens ; c'est énorme, si l'on remarque que dans le commerce, l'industrie et l'agriculture, il y a seulement 13.600 Européens, en face de 67.500 Chinois. On a beau se dire qu'ils sont pacifiques et de gouvernement facile, grâce à leurs congrégations

que dirigent des chefs nommés par le Résident. On a beau ajouter qu'ils sont moins dangereux que les Chinois immigrés des autres pays, qu'ils vivent en famille, qu'ils sont à Java 120.000 du sexe féminin contre 141.000 du masculin, etc., que c'est là une garantie d'ordre et de tranquillité. Leur nombre s'accroît d'une immigration annuelle d'environ 3.600, leur habileté et leur succès restent une cause d'inquiétude et une cause d'envie. Et en conséquence l'envie et l'inquiétude mènent contre eux une campagne qui parfois s'exaspère, et parfois s'assoupit, mais ne s'endort jamais.

III

Quels arguments invoque-t-elle donc? Nous les avons déjà indiqués. Insistons-y davantage.

Le premier de tous (j'entends de tous ceux qu'on invoque; car, dans cette cause comme dans toutes les causes, il y a les arguments qu'on dit et ceux qu'on fait, les raisons avouées et les raisons cachées), le premier est qu'à l'égard non seulement des Européens, mais même de leurs frères de race jaune, les Javanais, les Chinois ne se reconnaissent aucun devoir moral. Nous, Européens, dans nos rapports entre nous, l'ont en cherchant notre profit personnel, nous nous sentons et nous sommes astreints à de certaines obligations, retenus par certains freins, et ceux, rares du reste, qui brisent ces freins et méprisent ces obligations, nous les notons d'infamie. Les Chinois, au contraire, presque sans exception, ne s'arrêtent devant rien; l'esprit de lucre les entraîne par delà les bornes non seulement de toute pitié, mais même de toute justice; personne ne trouve grâce devant eux, moins encore le faible et le malheureux, placé dans leur dépendance, que leur égal en force et en situation, qui a des armes pour se défendre.

Voici, par exemple, les ouvriers qu'ils emploient dans leur industrie ou sur leurs terres. Ils sont engagés à raison de tant par jour ou, parfois, à proportion du travail accompli, et payés par quinzaine ou par mois. Mais jamais un Javanais n'attend l'époque fixée pour le paiement; chaque jour, il demande des avances; il a un livret sur lequel on inscrit au jour le jour les sommes qui lui ont été remises et, à la fin de la période convenue, on fait le compte. Les Javanais souvent ne savent pas lire; mais ils s'en rapportent à leur maître, et cela pour deux raisons: le maître sait mieux qu'eux, et, d'ailleurs il est le plus fort: la confiance est une forme de la soumission. Quand ce maître est ici un Européen, l'ouvrier javanais n'a pas à craindre de lui laisser faire seul les comptes. Il n'y perdrait rien: un Européen, de conscience moyenne, rougirait de faire tort à son inférieur. Le Chinois, lui, ne s'en

fait pas scrupule et cet ouvrier, à qui déjà il a marchandé àprement le salaire raisonnable, il lui en dérobe encore une partie par des erreurs d'arithmétique volontaires.

Après la fourberie, l'immoralité et la démoralisation. Par exemple, en tant que vendeurs d'opium. Le fermier de l'opium, s'il avait, surtout au début, compté sur la clientèle qui achèterait sa drogue spontanément, qui se dérangerait pour aller au dépôt établi, eût risqué de faire peu d'affaires; mais il a eu, si l'on peut ainsi parler, des provocateurs, des gens qui couraient le pays, village par village, offrant de porte en porte le funeste poison et développant la consommation de façon imprévue. Autrefois, dans la région ouest de Java, et notamment autour de Buitenzorg, les Suendanais qui fumaient l'opium étaient disqualifiés; aujourd'hui, ils sont si nombreux que la disgrâce particulière se perd dans la honte commune: ce qui était un vice isolé est devenu une habitude à peu près générale.

Le Chinois a mille moyens pour attirer le chaland et l'engager à acheter. Il vend très cher, c'est vrai, il compte 6 ce qui vaut 2; il vend souvent à faux poids et retire double et triple bénéfice et de l'exagération du prix et de la diminution de la quantité fournie; mais il vend à crédit et rien n'exerce pareille séduction sur l'esprit du Javanais. L'Arabe aussi vend à crédit; mais le Chinois offre ou tolère des délais infiniment plus longs. Par là il est plus redoutable. Jamais un mot brutal; jamais de menace qui ouvrirait les yeux; mais des complaisances et des flatteries. Le Javanais, une fois pris à son amorce, est un homme perdu. Son tyran greffe les intérêts sur le capital, joint l'insure à la vente et établit des calculs si ingénieux que les acomptes, même multipliés, n'arrivent jamais à amortir le capital primitif; un beau jour, le Javanais se voit dépouillé de tout: il n'a plus rien, que des dettes.

A cette mainmise personne n'échappe: ni petits ni grands. Le crédit est l'appât universel. Un Javanais, à quelque classe qu'il appartienne, n'a jamais d'avance et presque toujours, de l'arriéré. Faites-vous ouvrir les registres du Mont-de-Piété: vous y verrez inscrits parmi les emprunteurs les plus grands noms de la province. Si, à ces hommes toujours privés d'argent et rarement retenus par leur conscience, quelqu'un se présente la bourse ouverte, vous jugez s'il aura la force de le reponsser. Le Chinois le sait bien et il en profite. Tous les fonctionnaires indigènes, du plus humble au plus élevé, sont exposés à ses tentations. Comme fermier, comme fournisseur, s'il a intérêt à fermer les yeux qui le doivent contrôler, il emploie son procédé favori, toujours le même: aux plus déli-

cats, il prête de l'argent; aux plus effrontés, il en donne.

Après les fonctionnaires, les particuliers. Ici plus de complicité à acheter; mais de beaux bénéfices à encaisser. Voici, par exemple, comment il opère à Solo. Solo ou Sorakarta est la capitale d'une des deux principautés indépendantes (ou soi-disant telles) qui subsistent encore à Java. On y trouve, mais déjà très entamée, une organisation féodale qui a dû régner autrefois sur tout Java : un prince souverain (sauf l'action directrice du contrôle hollandais), appelé *Sasæhnan* ou empereur, et une suite de courtisans apanagistes (*patég*); au-dessous, le peuple. La terre appartient au *Sasæhnan* et à ses courtisans; sur cette terre, des paysans qui occupent la terre pour une durée fixée par contrat et paient des redevances ou impôts. Les courtisans, même les plus huppés, ont toujours besoin d'argent : le métier de courtisan n'enrichit guère auprès d'un prince appauvri. Aussi sont-ils toujours à court, attendant, langue tendue, le jour de l'échéance. Le Chinois le sait; il connaît à tous l'état de leurs finances et s'en vient, à point nommé, leur offrir une avance de deux ou trois ans d'impôt sur leur apanage. Marché conclu, moyennant un escompte, que retient le Chinois, de 25 à 30 %. Mais ce ne serait pas connaître le *patég* que de penser qu'ayant touché du Chinois, il ne demandera plus rien au paysan. Il fait venir le *bekel*, sorte d'intendant, et lui ordonne de faire payer les fermiers. Le *bekel* obéit; il presse la population pour le compte du *patég*, il la presse pour le compte du Chinois, il la presse aussi pour le sien, et les malheureux agriculteurs n'ont d'autre ressource que de payer deux et trois fois ou de désertir la terre, laquelle peut alors se louer à un autre; d'où nouveau profit. De cet écrasement des petits, conséquence de l'exploitation des grands, le Chinois est dans une large mesure responsable.

Et rien ne prévaut contre lui. Les oppositions, il les brise; la loi, il la tourne. Il y a une disposition, par exemple, qui lui interdit de devenir propriétaire. De nos jours, il ne peut plus acheter de terres. Et cependant il en possède de vastes étendues. D'où vient cela? Du passé, sans doute, du temps où cette loi n'opérait pas. Mais même du temps présent. Il achète par personne interposée, par des femmes notamment. Non pas par sa femme légitime qui, par le mariage avec un Chinois, serait, même javanaise d'origine, devenue chinoise comme son mari; mais par une concubine, qui garde son statut personnel et possède pour le compte de son maître, qu'elle ne s'hardira jamais à tromper.

A défaut de la terre, au surplus, le Chinois est libre d'acquérir les produits de la terre. A l'époque

des moissons, il s'en va par les campagnes, entre en arrangement avec les paysans et achète les récoltes pendantes, non seulement celles de l'année, mais celles mêmes des années suivantes : de l'argent comptant a endormi toute la prudence du Javanais : le voilà dépouillé pour plusieurs années.

Est-ce lui qui va s'en plaindre? Nullement. D'abord le Javanais ne sait pas se plaindre spontanément. Il attend qu'on l'interroge. Son penchant le pousse à dire oui. Il se plaindra et peu à peu videra le sac de ses doléances dès qu'il comprendra que ses plaintes ne seront pas mal accueillies, peut-être même seront les bienvenues. Mais si on lui insinue qu'il est heureux et qu'il doit se féliciter d'être aussi bien administré, il ne manquera pas de répondre qu'effectivement il est heureux et se félicite. Et souvent, à dire vrai, il a à se louer du Chinois. Turgot raconte, dans son *Mémoire sur le Prêt à intérêt*, qu'ayant à connaître, comme maître des requêtes, d'une affaire d'usure, il fut étonné de voir solliciter en faveur de l'accusé précisément ceux qu'on l'accusait d'avoir exploités. C'est que l'usurier leur avait offert un crédit que tout le monde leur refusait et que dès lors le prix dont il avait fallu le payer n'était plus qu'un élément secondaire. Il en va de même pour les Javanais. Le Chinois leur a prêté alors qu'ils ne trouvaient à emprunter nulle part. Il leur a prêté, non pas même à la petite semaine, à la petite journée : un demi-florin, moyennant qu'on lui rendra le soir le demi-florin, plus 30 cents. Mais, même à ce taux, cela fait l'affaire du prêteur.

C'est pourquoi, moitié conviction, moitié terreur de ce Chinois qui se vengera quelque jour, le Javanais ne se plaint pas. Mais d'autres se plaignent pour lui; et, au premier rang, les Européens : fonctionnaires, surtout européens, mais parfois aussi javanais, à qui le Chinois crée mille embarras; propriétaires fonciers qui redoutent de lui voir jouer sur leur terre le rôle d'usurier ou, pis encore, d'agent provocateur; administrateurs de domaines, etc. Les Chinois n'ont guère pour les défendre que les commerçants en gros, dont ils sont, en leur qualité de colporteurs et marchands au détail, les plus utiles auxiliaires, et les habitants des villes, qui n'ont qu'à se louer des mille services qu'ils leur rendent comme artisans, coolies, fournisseurs, etc.

Le gouvernement Hollandais, à la fin, a dû, pour la dixième fois, s'émouvoir de cette question. Il a ouvert une enquête, qui fut commencée par un haut fonctionnaire, M. Grenefeldt, alors vice-président du Conseil des Indes, et, après sa mise à la retraite, continuée par M. Fokkens. Il semble d'ailleurs, que, du commencement à la fin, on n'ait

pas enquêté dans un même esprit. Quoi qu'il en soit, l'enquête même prouve l'acuité de la difficulté. Comment peut-on espérer la résoudre?

IV

On a proposé vingt solutions. Car le problème ne date pas d'hier et l'ingéniosité des générations successives s'est donné carrière.

En 1617, on proposait des mesures qui devaient avoir pour effet d'attirer les bons Chinois et de repousser les mauvais. A la suite de ces propositions, les Chinois de toute espèce et de toute qualité se firent plus nombreux qu'auparavant.

En 1740, toujours d'après la même distinction, on songea à les déporter à Ceylan. Mais les agents de la Compagnie eurent la main lourde : ils frappèrent indistinctement les bons et les mauvais. Beaucoup s'enfuirent à l'intérieur et trouvèrent asile chez les princes indigènes indépendants, ce qui leur permit plus tard d'essaimer plus facilement par toute l'île; beaucoup aussi résistèrent ouvertement et, à cause de cela, 10.000 furent massacrés. Cruauté inutile, conséquence d'un plan mal conçu.

Mais laissons l'ordre chronologique pour l'ordre logique. Et d'abord, allons aux solutions extrêmes.

A Sumatra, l'indigène parfois n'hésite pas à assassiner le Chinois avec la complicité des chefs locaux; moyen peu pratique.

Après ceux qui veulent s'en défaire, ceux qui ne veulent pas qu'on y touche. « Que voulez-vous tenter? Ils vous sont indispensables et vous ne pouvez ni leur fermer la porte ni essayer de leur rendre le séjour impossible, et le besoin que vous avez d'eux leur garantit la modération, partant l'inefficacité, des mesures que vous prendrez contre eux. »

D'autres répondent : « Pourquoi indispensables? Dans une société bien constituée, tout le monde est utile et personne n'est nécessaire. Indispensables? A personne! Eux partis, le commerce seul sentirait leur absence. Mais il trouverait bientôt d'autres auxiliaires : les Javanais se mettraient au détail et au colportage, et les Européens modifieraient au besoin leurs méthodes de travail. »

Mais, objecte-t-on, l'argument ne tient pas. Dans le commerce, il y a 55.000 Chinois contre 6.800 Européens; et dans les métiers 9.500 Chinois et pas un seul Européen. Qui remplacera les 55.000 porteballes et boutiquiers et les 9.500 artisans chinois? Les Européens? En arrivât-il 10.000 de plus (et il faudrait pour cela presque doubler leurs effectifs), ils ne combleraient pas le vide : ce sont des « messieurs », qui ne voudraient pas de cette besogne et, d'ailleurs, la feraient mal. Les indigènes? Ils sont trop ignorants et trop indolents et trop naïfs.

A quoi sont-ils bons? A fournir de la main-d'œuvre? Rien de plus. Que savent-ils, en effet? quelles preuves de capacité ont-ils données? En agriculture, ils en sont aux méthodes les plus rudimentaires et ne connaissent même pas l'usage de l'engrais! Dans le commerce, ils n'occupent que les situations les plus infimes : sur 25 millions d'indigènes, nous n'en compterions pas seulement 1.000 qui paient 50 florins de patente. Dans le Préanger, où la concurrence chinoise existe à peine, puis-je n'y a que 4.000 Chinois, qu'ont su faire les 2 millions d'indigènes? Peut-on, par tout Java, citer une seule société de commerce javanaise? un seul armateur javanais? Dans l'aristocratie, sur 80 régents, qu'on en nomme 3, qu'on en nomme 2, qui se soient, par un seul côté, montrés remarquables. Le Javanais est un être bon, doux et incapable¹. Il ne sait ni concevoir ni exécuter; il n'a ni capitaux, ni idées.

Entre ces opinions extrêmes, il semble qu'il y ait place pour une opinion raisonnable.

Tout d'abord, il faut rectifier certaines idées sur les Chinois. Les Chinois de Java ne sont presque pas comparables à ceux des autres pays. Le Chinois de Singapour et du Tonkin est un passant; il arrive seul; même s'il est marié, il a laissé sa femme en Chine; il ne prend aucun intérêt au pays qu'il habite, en tire le plus qu'il peut, en part le plus tôt possible après fortune faite, et ne s'inquiète pas d'y semer la ruine et l'immoralité. Le Chinois de Java, sans doute, reste Chinois, garde sa queue et sa langue; mais il ne passe pas, il se fixe; il prend parfois une concubine, plus souvent une femme légitime, une Javanaise ordinairement, à moins que, déjà riche, il ne fasse venir une femme de Chine. Les enfants nés à Java se considèrent un peu comme des Javanais, et se marient dans le pays, non plus avec des Chinoises venues de Chine, mais avec des Javanaises, tout au plus avec des métisses chinoises. Ils restent dans l'île à jamais; ils y constituent des familles, des castes, une aristocratie. Il y a telle famille dont le chef, durant quatre générations, a été, dans sa ville, capitaine des Chinois. Le gouvernement n'a pas là devant lui l'élément redoutable que connaissent, par exemple, les Détroits et le Tonkin.

Voilà pour la qualité. Quant à leur nombre, qu'importe! Plus nombreux, ils se font entre eux concurrence et leur concurrence est un bien. Grâce à elle, acheteurs des produits indigènes, ils paient plus cher; vendeurs de produits européens, ils vendent à meilleur marché. Les Javanais y gagnent des deux côtés. Et rappelons-nous que cette usure

¹ V. ROMER, quatre articles parus en juillet 1897, dans la *Lokonomief de Samarang* (Java).

qu'on leur reproche tant, leurs emprunteurs leur en savent gré.

Si l'on tient compte de ces considérations, on ne regarde plus les Chinois comme un fléau à détourner; c'est un élément composite, avec lequel il faut s'accommoder. Question de décision et de mesure. Or, il semble qu'on n'ait connu avec eux, ni la modération, ni la fermeté. Ce qu'on a dirigé contre eux était tantôt atroce et, par conséquent, insoutenable, tantôt mesquin et, par suite, sans effet. On avait peur, sans oser l'avouer; ou on décrétait des dispositions sans portée, dont on attendait des effets radicaux. Il faut changer de méthode.

La méthode nouvelle devra faire dans Java la part des Chinois et la part des Javanais. Le Chinois, ainsi que le disait récemment le publiciste indonésien M. Römer, est un facteur de la vie économique aux Indes comme l'oxygène est un facteur de l'eau. Vous ne pouvez pas l'empêcher d'entrer à Java et, une fois entré, vous ne sauriez à perpétuité l'y cantonner. Faire, lors du débarquement, une distinction entre les bons et les mauvais, n'accepter que ceux qui auront des ressources ou pourront exhiber un contrat de travail, c'est impossible; et, d'autre part, les reléguer dans certains ports, les astreindre à séjourner dans les villes, les obliger à prendre un passeport pour circuler dans les campagnes, tout cela peut être admis comme expédient temporaire; mais, comme réglementation durable, c'est ridicule, parce que c'est impraticable. Le seul plan acceptable semble pouvoir se ramener aux propositions suivantes : Pour ceux qui sont déjà dans Java, respecter leurs situations acquises; pour ceux qui se proposent d'y immigrer, tâcher désormais d'en limiter le nombre; et à tous d'abord leur retirer les instruments de domination qu'ils tiennent du gouvernement même, ensuite leur susciter parmi les indigènes, par une éducation bien comprise et vigoureusement menée, des concurrents, dont le nombre et la qualité seront le meilleur obstacle à l'excès des immigrants, sauf à prendre, au bénéfice des indigènes, certaines mesures de protection pendant une période à déterminer.

Comment limiter le nombre des immigrants? Un seul procédé est efficace: une taxe considérable à l'entrée et une taxe annuelle de capitation; le procédé a fait ses preuves aux États-Unis et en Australie. Mais il faut aller jusqu'aux chiffres décisifs; si vous vous tenez à 25 ou 50 florins, l'obstacle ne jouera pas. Montez plus haut. Et ne redoutez pas trop que les Chinois du pays n'en ressentent du mécontentement: la mesure aura pour eux des compensations; elle restreindra la concurrence.

Comment ensuite, et pour les anciens et pour les

nouveaux venus, diminuer leur situation parmi les indigènes? Cette situation, ils la doivent à deux éléments distincts: l'un, c'est leur évidente supériorité sur les Javanais; l'autre, les attributions et les pouvoirs qu'ils tiennent de l'administration en leur qualité de titulaires de certaines fermes.

Toutes les fermes sont pour les Chinois l'occasion d'abus et de prévarications; mais entre toutes il en est deux plus particulièrement nuisibles: la ferme des Monts-de-Piété et la ferme de l'opium. La ferme de l'opium va, à brève échéance, être partout remplacée par la régie. On va construire, dans ce but, une fabrique qui ne coûtera pas moins de 1.500.000 florins. Déjà on a institué, au lieu de la ferme, la régie dans trois provinces de l'est de Java: Probolinggo, Besœki, etc. Et l'on s'aperçoit du bon effet de cette mesure, disons plutôt de cette demi-mesure, car, dans ces mêmes résidences, tandis que l'on supprimait la ferme de l'opium, on maintenait celle des animaux abattus, des jeux, des bacs, des nids d'oiseaux, etc. Or, la ferme, pour le Chinois, ce n'est pas seulement le bénéfice à retirer du monopole, c'est encore — et peut-être surtout — le droit de circuler sans passeport, sans contrôle dans le pays, d'aborder les indigènes où et quand il leur plaît et de faire avec eux des contrats ruineux de vente à crédit et d'usure, contrats qui ne sont possibles qu'autant que le Chinois a la facilité de relancer ses clients jusque dans leurs villages, et qui tomberaient ou deviendraient rares le jour où, toutes les fermes étant supprimées, le Chinois, soumis — durant cette période provisoire que j'ai dite — au droit commun des Orientaux étrangers, ne pourrait plus pénétrer dans les campagnes qu'à l'aide d'un passeport, qui n'est délivré qu'à bon escient et que l'administration refuserait dès qu'elle soupçonnerait qu'il sert à abriter des contrats qu'elle redoute.

Quant à la ferme des Monts-de-Piété, elle peut également être supprimée; l'administration peut-être n'y est pas encore préparée; mais l'utilité de continuer ce service à d'autres qu'à des Chinois n'est plus à démontrer. Cette ferme est pour les résidents et leurs agents l'occasion de graves difficultés, conséquences de grands abus des Chinois, à qui les fonctionnaires, saisis des plaintes des indigènes, sont obligés le plus souvent de donner gain de cause, quoiqu'ils aient tort dans le fond, parce qu'ils ont raison dans la forme.

Cette question des fermes vidée, et les Chinois une fois privés de l'appui qu'il tiraient des pouvoirs à eux confiés par l'administration, resterait — mais évidemment c'est le facteur le plus important — à combattre les inconvénients résultant de leur supériorité naturelle sur les Javanais.

Il faut avoir pénétré dans ce milieu, pour se

douter des conséquences de la supériorité que le Chinois doit à plus d'expérience et à plus d'audace. *Loti*, dans le *Mariage de Loti*, a montré un coin du tableau. Le Chinois paraît et le Javanais s'incline ; rien ne lui résiste ; le marché se conclut, la dette grossit et la ruine entre dans la maison. Comment venir au secours de ces humbles et de ces faibles ? Par deux séries de mesures, ayant les unes un caractère temporaire, les autres un caractère permanent, et toutes une égale urgence.

Parlons d'abord des mesures temporaires. Elles visent, comme toutes les lois de protection, à soustraire, durant une certaine période, les Javanais à l'action de la concurrence. Les Chinois sont tellement en avance sur eux, ils ont si bien pris l'habitude de les traiter en auxiliaires, dont ils gouvernent la volonté et plient leurs intérêts aux leurs, que si l'on ne met pour un temps ces quasi-esclaves à l'abri du despotisme de leurs maîtres, on ne pourra jamais redresser leur caractère et leur inspirer l'énergie et l'initiative sans lesquelles il n'est pas de société. Donc, il faut placer les Javanais dans une condition telle que désormais ils ne soient ni forcés de recevoir en toutes choses l'impulsion du Chinois, ni tentés, à la première difficulté, d'aller réclamer son concours. Pour cela, il faut — successivement, et province par province — cantonner les Chinois sur certains points, les astreindre à la résidence dans les villes, leur interdire le colportage dans les campagnes, en un mot restreindre leur activité économique. Quand les Javanais seront, dans leurs villages, livrés à eux-mêmes, le besoin développera en eux les aptitudes ; ils se feront porteballes, colporteurs, boutiquiers et remplaceront bientôt ces Chinois dont il croyaient ne pouvoir se passer.

Au surplus, ils seront bien vite aidés dans leurs efforts par la communauté européenne. Les Européens, qui crient le plus contre les Chinois, sont ceux qui font le plus souvent appel à eux. Les commerçants qui les emploient soit à acheter les produits indigènes, soit à vendre dans l'intérieur les produits importés d'Europe, ne peuvent pas se passer d'auxiliaires pour cette double opération. Ils recourent aux Chinois, parce que les Chinois, qui en ont la pratique, sont à portée de leur main. Qu'on leur rende, par les mesures que je viens d'indiquer, difficile l'emploi des Chinois, force leur sera de chercher d'autres collaborateurs, lesquels seront naturellement des Javanais. Et, les circonstances les y contraignant, ils se feront leurs éducateurs : je ne doute pas que leurs efforts n'aboutissent.

Mais il y a plus : les Chinois eux-mêmes travailleront dans le même sens que les Européens. Jusqu'ici, ils ont le monopole absolu des travaux d'art ; et j'ai expliqué par quels procédés ingénieux, mais

oppressifs, ils se procurent de la main-d'œuvre qui ne leur coûte rien ; ce qui rend impossible la concurrence européenne. Mais, par les taxes énormes sur les immigrants que comporte le système que j'expose, l'entrée des Chinois sans ressources et sans métier va se trouver empêchée et le recrutement de cette main-d'œuvre tari. Pensez-vous que le patron chinois avancera volontiers 1.000 ou seulement 500 florins pour le plaisir d'avoir à sa disposition un apprenti d'origine chinoise ? Point ! il cherchera autour de lui, parmi les Javanais du voisinage, quelque jeune garçon, au râble plein et de mine éveillé, qui lui remplacera le Chinois absent. Et il en trouvera. Et cela se saura ; et il en viendra d'autres s'offrir spontanément, et il s'établira ainsi à la fois une sélection dans la jeunesse javanaise et un marché du travail javanais.

Ce n'est pas tout. Après l'action des particuliers, l'action du gouvernement. Le gouvernement peut beaucoup : par l'autorité morale et par l'éducation. Le Javanais est un être éminemment susceptible d'éducation. Il manque d'entraînement et de hardiesse, non pas de facultés naturelles. A l'observatoire météorologique de Batavia, M. Van der Stok emploie à des observations et à des travaux d'une certaine délicatesse des Javanais qui lui donnent toute satisfaction. Dans l'agriculture, quoi qu'on dise, ils ont déjà obtenu des résultats dignes de fixer l'attention. Ils cultivent leurs rizières avec intelligence et profit. Leur ténacité est sans égale : voyez-les seulement semer et repiquer le riz ; voyez-les dans les champs de maïs repasser avec le *poostok* et remplacer les grains qui ont manqué. Ils réussissent à merveille dans la culture maraîchère ; les légumes du Préanger sont d'un excellent rapport, et, aux environs de Tosari, les forêts ont disparu pour faire place aux choux, aux pommes de terre, aux haricots, même aux arbres fruitiers. Beaucoup d'entre eux sont d'habiles tailleurs, des potiers de premier ordre, des tisseurs adroits et expéditifs ; dans chaque village, presque dans chaque *kompang*, on voit des machines à coudre manœuvrées avec dextérité. Dans tout l'est, la population est à la fois ingénieuse et laborieuse. Les transports, le nombre des charrettes à bœufs, et surtout de ces voitures, qu'on peut prendre, à la ville et à la campagne, à de raisonnables conditions de bon marché et de célérité, frappent d'étonnement le voyageur. Ces Madécrais, qui s'en vont par équipes faire au loin la récolte du café, nous rappellent les meilleures bandes de Belges ou de Piémontais. Les Soudanais sont renommés pour leur esprit d'économie. Tous, enfin, qu'ils soient du Centre, de l'Est ou de l'Ouest, ont infiniment peu de besoins ; ils se nourrissent de rien et couchent sur la dure. Si le pays était plus sûr, s'il y avait

moins de larrons et une police plus habile et plus nombreuse, ils feraient plus d'économies. Si l'Européen les employait à d'autres besognes qu'à celles de coolie ou de terrassier, ils développeraient ou révéleraient plus d'aptitudes et de plus utiles et de plus profitables. Enfin, si le gouvernement leur témoignait plus de confiance, tous, de la plus basse classe à la plus haute, s'enhardiraient bientôt à sortir de leur humilité et de leur passivité.

Le gouvernement a donc ici un devoir positif : donner aux indigènes une éducation qui leur permette de s'élever progressivement de leur métier de manoeuvre au métier d'artisan, et, plus tard, du rôle d'employé à celui de patron. Cette éducation, selon nous, doit être moins littéraire ou scientifique que technique et professionnelle. Elle doit former des spécialistes qui, sans doute, sauront lire, écrire et compter (rien de plus), mais surtout qui auront au moins un métier : menuisier, charbon, carrossier, ébéniste, etc. Tous ces métiers doivent, dans un avenir prochain, être réservés aux seuls indigènes, et il dépend, à n'en pas douter, du gouvernement qu'ils le soient. Plus tard, on fera davantage avec le concours des particuliers. Des métiers on s'élèvera alors aux professions : les commis de banque, les employés de commerce, les caissiers seront, si on le veut, non plus des Chinois, mais des Javanais. Questions d'éducation, de temps et de volonté. Dans un demi-siècle, les Javanais peuvent se trouver à la hauteur de ces situations.

Pour quiconque sait ce que peut, dans un pays à gouvernement despotique, la volonté du gouvernement, le système que nous venons d'esquisser n'a rien de chimérique. Donner des garanties aux Chinois fixés dans l'île; modérer à l'avenir et, en quelque sorte, filtrer l'immigration des Chinois nouveaux; protéger contre leur concurrence les Javanais, peuple enfant; et, pendant le temps que durera cette protection, les instruire et les éduquer, les préparer à occuper la plupart des situations que jusqu'ici, soit les particuliers, soit l'administration réservaient en quelque sorte aux seuls Chinois; que cet ensemble de mesures puisse être pris et qu'il puisse donner les résultats qu'on s'en promet, tous ceux qui réfléchissent en tomberont d'accord.

Mais ceux qui connaissent Java et les conditions de la colonisation ne se font aucune illusion : les Chinois y occupent une situation d'où on ne les délogera pas de sitôt. Le plan que nous esquissons plus haut ne peut s'exécuter qu'à deux conditions : l'une est la durée, l'autre la ténacité; ou, pour employer une autre formule, que si l'on a la volonté de le maintenir pendant le temps nécessaire. Nous disions tout à l'heure un demi-siècle. Assurément en un demi-siècle bien employé, on peut faire de grandes choses; et bien qu'ici il s'agisse de former

quelques centaines de mille Javanais à un rôle auquel rien jusqu'ici ne les avait préparés, il est permis de croire qu'effectivement un demi-siècle suffirait à accomplir pareille œuvre. Mais un demi-siècle à Java, c'est un laps de temps qui dépasse de loin la portée d'influence d'une volonté humaine, quelle qu'elle soit. Tacite écrivait que quinze années sont un long terme dans la vie humaine; que dire d'un demi-siècle, et d'un demi-siècle aux colonies, et dans un pays comme Java ?

Java, pays tropical, n'est pas une colonie, c'est une possession. L'Européen ne s'y fixe pas à jamais, il y passe. Particulier, il s'efforce d'y faire sa fortune au plus vite. Administrateur, il brûle d'avancer et de parcourir une carrière honorable et lucrative. Pour le particulier, faire fortune implique l'emploi des meilleurs éléments, des auxiliaires les plus capables; pour l'administrateur, avancer implique le talent de solutionner les questions et de tourner les difficultés. Partant, le particulier et l'administrateur sont tous deux intéressés à recourir à ces collaborateurs chinois si merveilleusement doués et outillés pour les affaires; l'administrateur est, en outre, intéressé à éviter de soulever des questions qui ne peuvent qu'être fécondes en ennuis de toutes sortes. Donc, ni les particuliers, ni les administrateurs, pris individuellement, n'assumeront la tâche que notre plan leur imposait.

Resterait l'opinion publique avec ses exigences, d'une part, et, d'autre part, le gouvernement avec ses traditions. Mais dans un pays comme Java, il n'y a pas exactement d'opinion publique, parce que le public, qui fait l'opinion, se renouvelle sans cesse; et les traditions gouvernementales sont longues à établir, parce que ceux qui disposent de l'autorité disparaissent précisément à l'heure où leur avis deviendrait prédominant. On l'a bien vu dans cette question chinoise. Elle est posée depuis deux siècles; en deux siècles, on a pris vingt attitudes contradictoires; et, même aujourd'hui que la question a revêtu un caractère d'acuité et d'urgence, une enquête, jugée indispensable, n'a pas pu, pendant trois années seulement, être conduite dans le même esprit.

C'est pourquoi la question chinoise est une de celles qui resteront pendantes encore durant le siècle qui va s'ouvrir. Le problème est nettement posé; la solution s'entrevoit, et l'effort qu'elle exige ne dépasse certes pas l'ingéniosité ou les moyens des citoyens et de l'État : mais elle va à l'encontre des intérêts privés; elle veut trop de volonté et elle exige trop de temps. C'est pourquoi elle restera ouverte aux discussions des hommes. *Ut de-clamatio fiat.*

Joseph Chailley-Bert,

Professeur à l'Ecole des Sciences politiques,
Secrétaire général de l'Union coloniale française.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE

La complexité des sciences est devenue telle que la réforme des laboratoires s'impose à tout peuple qui veut tenir rang parmi les nations savantes. Autrefois, on faisait d'abord un bâtiment, un laboratoire où les hommes aux aptitudes les plus diverses venaient travailler. Et cela suffisait, car il ne fallait qu'un outillage général. Aujourd'hui, ces laboratoires restent utiles pour donner les premières notions; ce ne sont plus que des lycées scientifiques. Tous ceux qui s'engageront dans les carrières savantes doivent y passer; mais la Recherche, — ce qui constitue la part d'invention d'un pays et prépare sa grandeur morale et sa richesse, — se fait par d'autres moyens.

Les laboratoires qui donnent le meilleur rendement sont les plus étroitement spécialisés. En dehors de la classification philosophique des sciences, on doit désirer des laboratoires affectés aux choses les plus vulgaires, mais aussi les plus liées à la vie réelle. Il devient indispensable d'avoir des laboratoires étroitement montés pour l'étude de la lumière, du sol, du feu, du vêtement, de la nourriture, du fer, du verre, du cuir, de l'eau, etc., et, dans la mesure du possible, y mettre le savant instruit de tout, mais capable de se spécialiser sur deux ou trois études. Il ne serait pas impossible alors de revoir l'homme penser avec la théorie abstraite, expérimenter, grandir son travail jusqu'à la production industrielle, puis en connaître le champ commercial. N'est-ce pas ainsi qu'il y a cent ans, quelques-uns de nos prédécesseurs, dans les études susceptibles de pratique, s'élevaient eux-mêmes en servant grandement les intérêts généraux.

Chaque année, quelque monopole pratique né de la science vient de l'Etranger nous faire payer sa rançon. Assurément, la diffusion des sciences applicables chez des peuples nombreux ne nous permet pas de penser que toute invention doive sortir de notre pays, mais une part proportionnelle plus forte pourrait peut-être nous appartenir à la suite d'une conception différente de la puissance du laboratoire et de la certitude de pouvoir mettre en valeur les résultats qu'il donne.

En bibliographie, il en va de même; jamais on ne songera à abandonner les traités théoriques et de technique générale reliant toutes les spécialités et placés sous la main d'ingénieurs à vues larges. Mais ici encore, le livre, étroitement technique pour les moindres spécialités d'usage courant, s'impose pour l'utilité du plus grand nombre. Tous, dans la concurrence, ne naissent pas doués d'une aptitude

également élevée pour relier le savoir à l'action. Mais, tous tireraient un grand bénéfice de la lecture des connaissances précises du métier où, souvent, le hasard les a placés.

J'ai sous les yeux un fort volume, texte et figures, simplement sur la fabrication de l'amidon. On voit jusqu'à quels détails on peut utilement descendre et combien il serait utile de voir les livres d'étroite technique plus appréciés chez nous.

Les laboratoires et les livres ne suffisent pas encore dans le monde actuel à ceux qui ont la mission d'en user. Sans la connaissance des langues et la vue de ceux qui les parlent, de leurs laboratoires et de leurs usines, on arriverait bientôt à une science limitée, ne progressant que dans un sens, en quelque sorte récitative et contemplative. La vue fréquente de ce qui est meilleur et pire élève notre somme de savoir et permet de répandre ce savoir. Le voyage, le contact d'autres formes de réalité valent l'achat d'une bibliothèque. Ce sont là bien des difficultés, mais il n'est pas à nier qu'une civilisation plus complexe n'exige de faire vite et bien un grand nombre de choses, de spécialiser le travail et de laisser aux historiens de la science et de l'art ce que tous ne peuvent apprendre sans être encore des écoliers à quarante ans. Il faut entrer jeune dans la vie.

I. — CHIMIE PHYSIQUE.

Rarement il s'écoule deux ou trois ans sans que la Chimie physique, cette science des relations de la matière et de l'énergie, ne nous apporte de vives surprises. Cela tient à sa façon de procéder. Les chercheurs donnent carrière à leur imagination, font des hypothèses audacieuses et même fantaisistes sur la nature profondément inconnue de la matière, puis adaptent la conception vague à la réalité visible, la modifient, la rendent numérique, mesurable, micrométrique, et atteignent la haute précision. Cette science-là est un art; elle débute par un rêve qui bientôt s'efface et laisse voir, au réveil lucide, quelques nouvelles vérités.

Assurément, la théorie des ions est d'une origine purement imaginaire. Elle illustre, il est vrai, quelques faits électrochimiques et tirait d'eux un reflet du monde réel avec ce qu'il a de complexe. Aujourd'hui, l'image scrutée à la loupe laisserait mesurer, dit-on, ce que l'œil n'apercevait pas. La théorie des ions serait presque semblable à ces photographies du ciel, où se distinguent les planètes et se mesure à loisir l'angle des étoiles.

Les ions, dont il a été souvent parlé ici, sont entrés dans l'explication de tous les phénomènes physico-chimiques, et M. Lorentz leur fait jouer un rôle dans le phénomène de Zeeman¹. En réalité, il ne faut pas trop s'émerveiller de voir les ions entrer en toute chose, puisqu'on a reporté sur eux toutes nos anciennes connaissances sur les atomes augmentées de l'hypothèse d'une charge d'énergie électrique.

Un corps dit simple peut émettre des centaines de radiations considérées jusqu'à ce jour comme irréductibles. Il faut déjà que son atome soit mille fois plus compliqué qu'on ne l'imagine, pour que lui seul, ou plutôt ses vibrations, donnent une telle quantité de radiations distinctes et invariables.

Mais voici que Zeeman, prenant une seule de ces vibrations dans un spectre complexe et la plaçant dans un champ magnétique plus puissant que ceux obtenus au commencement du siècle (où cette même tentative avait échoué), arrive à voir cette raie spectrale unique se séparer en trois autres. Les raies des spectres, réputées si stables et caractéristiques, dépendent donc des conditions de milieu où elles naissent, et les atomes eux-mêmes ne sont plus de petites masses d'essence intangible. On les a déformés en les tirillant, soit dans le sens, soit perpendiculairement au sens des lignes de force. M. A. Cornu² a découvert que les raies ne se séparent pas en trois, mais en quatre composantes. Dans la direction normale aux lignes de force, les deux raies lumineuses du nouveau système sont polarisées dans le plan parallèle à ces lignes, les deux autres, celles du milieu, dans le plan perpendiculaire. Ainsi, chacune des deux raies jaunes du sodium, se séparant, donne naissance à quatre raies. Une intervention, un lien plus intime entre des phénomènes physico-mécaniques connus et calculables et les atomes inconnus, se trouve établi. Ce n'est qu'un début, mais on peut espérer l'avènement d'une association qui nous dévoile un peu les lois de la matière. Dans le futur, la chimie deviendrait une science de plus en plus exacte et changerait ses formules simplement représentatives de réactions effectuées.

Un fait non moins intéressant, à ces divers points de vue, est celui des raies spontanément renversables de M. A. Cornu³. Ces raies lumineuses semblent ne pas être en équilibre; elles changent de signe sous de faibles influences, et deviennent noires sans que la vapeur qui les a produites soit indispensable pour les absorber.

Le phénomène de M. H. Becquerel continue, parmi ces choses singulières, à exciter la surprise. On sait en quoi il consiste. Un morceau d'uranium, métal fort infusible et n'émettant certes pas de vapeurs, impressionne les plaques photographiques dans l'obscurité. Ce qui rend le fait plus remarquable maintenant, après un an écoulé, c'est que ce métal n'ayant plus revu le jour impressionne toujours les plaques, donc produit une action chimique sans changer de poids.

Où donc prend-il l'énergie qu'il dépense?

M. Curie, à propos de la décharge des électro-mètres par ce corps et quelques autres, pense que l'espace est sillonné de radiations invisibles. Peut-être n'avons-nous pas toujours assez présente à l'esprit notre situation. Le Globe est une petite masse noyée dans le flux d'énergie solaire; il s'aimante et prend une polarité. Pourquoi ces diverses formes d'énergie, qui ne sont peut-être pas toutes connues et constituent le milieu ambiant péricolaire, n'auraient-elles pas la propriété d'aimer aussi ou de recharger continûment à leur façon des corps déterminés? Alors, l'uranium dans l'obscurité serait un transformateur de force extérieure en travail chimique.

Lord Kelvin a fait, cette année, une conférence fort pessimiste sur les conséquences du gaspillage industriel de la houille. Non seulement ce charbon disparaît, mais il emporte avec lui près du triple de son poids d'oxygène respirable ($C + O^2$), et cela est beaucoup plus grave, car, d'après l'illustre savant, le genre humain serait, par ce moyen, réduit à l'asphyxie avant deux cent cinquante ans. Dans une famille à longévité héréditaire, un homme aurait la perception nette de l'asphyxie de ses petits enfants, et cela commence à toucher plus qu'une date astronomique. Il faudrait, dit l'auteur, conserver précieusement les forêts qui restent et même en créer de nouvelles, afin de libérer l'oxygène-engagé avec le carbone et retarder la fin du monde. Rapprochons de ces considérations celles d'entropie, de chute de puissance générale, de nivellement fatal des énergies de la Nature et nous aurons un aperçu des idées décourageantes de la science de notre temps. Mais c'est la science d'une époque, et il n'est pas absolument prouvé qu'elle sache au juste comment se remonte l'horloge du monde. Tant que durera le Soleil, rien n'est à craindre. La Terre est, comme nous l'avons remarqué, une parcelle baignée dans le champ électrique, magnétique, calorifique, lumineux, X... du Soleil.

Sommes-nous bien certains que le Soleil ne gagne rien au cours de son transport dans l'Espace, et connaissons-nous si bien le mécanisme de ses actes, son compte de gains et pertes? Si, contrairement à

¹ Voyez à ce sujet l'article de M. Zeeman, dans la *Revue générale des Sciences* du 13 avril 1897.

² *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 181 (1898).

³ *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 332.

ce que nous croyons, il rétablit plus ou moins sa déperdition évidente, tant qu'il nous retiendra, nous pourrions espérer, et, vivant sur la matière terrestre, compter sur son énergie alors que nous aurons entamé celle du Globe.

Au temps bouiller, la Terre a été largement décarbonatée. Mais depuis le Crétacé jusqu'à nos jours, une période de temps prodigieuse s'est écoulée sans que le Soleil paraisse avoir fait ni plus, ni moins, pour notre végétation, c'est-à-dire vis-à-vis de la masse d'oxygène disponible. L'Histoire écrite, plus courte, il est vrai, montre que rien de remarquable ne s'est passé dans l'équilibre des choses. Avec cet ordre de vitesse, si le Soleil dépérit, nous n'avons pas à nous inquiéter de très longtemps.

Depuis les premiers temps historiques jusqu'au milieu de ce siècle, l'Homme n'a exercé aucun ravage notable sur sa planète. En 1830, nous avons trouvé intact l'oxygène des temps anciens, ce n'est qu'à partir de ce moment que l'Homme a suffisamment connu l'arbre de la science et, par une industrie tenace, a commencé à exercer une véritable action cosmique sur son habitat. Il a commencé à ensabler des baies et à créer des déserts par ses procédés miniers. Il faut bien admettre, avec lord Kelvin, que la carbonatation de l'oxygène et un déboisement simultané sont des plus graves. La préparation de l'oxygène liquide par tonnes, comme Linde se propose de le faire, en hâtera le gaspillage et tend vers une modification cosmique destinée à nous être funeste.

Mais il n'y a qu'un demi-siècle que cela dure, l'homme s'est conduit comme un enfant, il a pris en mains l'instrument puissant et bon de la science sans trop savoir s'en servir. Peu à peu, le savoir lui vient. Ce que par la science il a gaspillé l'a mis en état de mieux connaître la nature et d'utiliser ses énergies. Si par l'industrie il a déjà compromis son patrimoine en oxygène, par elle il saura, sans le secours des forêts, le revivifier au jour du besoin. Les choses restent du même ordre et, si nous avons été assez puissants pour détruire par la science, cela montre que par elle nous saurons reconstruire.

II. — CHIMIE MINÉRALE.

En Chimie inorganique, M. Moissan a fait connaître les faits les plus importants de l'année, et, s'ils excitent peut-être moins la surprise d'actualité, ils auront autant que le fluor un retentissement durable sur l'état de notre connaissance des éléments. Le calcium, le strontium et le baryum ont été souvent décrits sans que l'on sache leurs propriétés. Notre esprit, en ces matières, se contente de trop peu. Pourquoi décrire dans les livres un métal dont on ignore la couleur, la densité, la

dureté, la fusibilité, la chaleur de combustion? Autant dire que rien de valable n'a été fait, ou ne rien écrire du tout afin de ne pas entretenir la croyance qu'on sait quelque chose.

Le calcium, peut-être le moins impur, a été découvert par Liës-Bodard et Jobin en décomposant de l'iodure de calcium anhydre par du sodium. La matière obtenue en nodules gris était un alliage de sodium et de calcium assez comparable à ces amalgames alcalino-terreux de Böttger faciles à former. Et, d'ailleurs, dans ce temps, analysait-on, avant de les dénommer, les culots métalliques obtenus? Il semble que l'on eût peur de constater un insuccès.

M. Moissan a reconnu qu'au lieu de traiter l'iodure de calcium par une quantité sensiblement équivalente de sodium, il fallait mettre un très grand excès de ce dernier. Dans ces conditions, le calcium produit ne forme pas un alliage riche, mais se dissout dans la masse de sodium dans laquelle il cristallise par refroidissement à l'état de pureté. La difficulté était d'extraire ces cristaux de calcium de leur dissolvant solidifié; le savant chimiste y est arrivé en attaquant la masse par de l'alcool absolu; on peut alors lévier le calcium inaltéré et le séparer de l'éthylate sodique. Le calcium est en cristaux hexagones blanc d'argent, durs, brillants. Il a été analysé et reconnu pur. D'ici à peu de temps, l'ensemble des propriétés du calcium isolé récemment seront étudiées à loisir et avec précision.

MM. Moissan et Dewar sont parvenus à obtenir et étudier le fluor liquéfié. Ce gaz passe à l'état liquide à partir de -187° . C'est une matière jaune clair, miscible à l'air et à l'oxygène liquide en toutes proportions, dépourvue de bandes d'absorption et de propriétés magnétiques. Il n'attaque pas le mercure. La densité est de 1,14. Son indice de réfraction, 1,35, est fort élevé, ce qui est d'autant plus surprenant que l'indice calculé pour le fluor dans ses combinaisons est le plus petit des indices connus.

A -210° C. le fluor n'a pu être solidifié.

M. J. Dewar¹ insiste sur la liquéfaction de l'hydrogène qu'il a réalisée et il décrit ses propriétés. L'hydrogène, comprimé à 180 atmosphères et refroidi à -205° , est reçu dans un tube condenseur lui-même à -205° . Peu à peu la détente abaisse la température du jet gazeux et bientôt on a 20 centimètres cubes d'hydrogène liquide. Les vases récepteurs doivent être construits en vue d'une déperdition calorifique aussi faible que possible, soit par rayonnement, soit par conductibilité. Dans ce but, on a construit des tubes à double paroi argentés et dans l'espace annulaire desquels on fait le vide des

¹ *Chemical Society*, juin 1898. p. 528.

lampes électriques. Dans ces conditions, l'ampoule-réservoir est comme suspendue dans le vide.

L'hydrogène a donc été bien vu, manié et transvasé sous la pression normale. C'est un liquide incolore dépourvu de bandes d'absorption, et ayant un ménisque bien net. Il bout à -238° . Évaporé dans le vide, sa température ne s'abaisse plus que de 12° ; on arrive ainsi à -250° , ce qui est, à 23° près, le zéro absolu. Tous les gaz ayant été liquéfiés, il ne reste pas d'espoir, quant à présent, d'atteindre ce point limite et de voir, comme le dit M. Dewar, quelles sont là les relations entre la Matière et l'Énergie.

On sait que le palladium absorbe l'hydrogène gazeux et en condense en lui plusieurs centaines de fois son volume, le perd par la chaleur, puis le reprend. Grâce à cela, il a été facile de calculer la densité de cet hydrogène *occlus* dans le palladium comme l'eau dans une éponge. Cette densité a été trouvée égale à 0,62. La limite des courbes de compressibilité d'Amagat ne fait plus prévoir que 0,12, mais la réalité s'est montrée encore moindre, et la densité de l'hydrogène est de 0,07 à -238° . Ainsi, alors qu'un litre d'eau pèse 1.000 grammes, un litre d'hydrogène liquide ne pèse que 70 grammes.

En lisant ces choses surprenantes, je remarque, dans cette dualité que nous concevons de la Matière et de l'Énergie, combien l'hydrogène se rapproche de l'immortalité. Et rien dans ces surprises ne tend à nous faire croire que l'hydrogène, notre matière-unité, soit à jamais le corps le moins dense qu'on puisse découvrir dans la Nature. Les formes de l'énergie, pendant cette moitié de siècle, ont été reconnues interchangeables : la matière elle-même ne serait-elle pas capable de s'évanouir pour se résoudre en quelque forme de l'énergie et donner raison aux dynamistes ? Quoi qu'il en soit, les comparaisons fructueuses sont encore bien difficiles parce que les propriétés des corps sont mesurées à des échelles arbitraires. De même qu'il y a des bureaux des longitudes, des poids et mesures, des météores, il serait indispensable de créer un bureau d'unification des constantes physiques pour reviser et discuter ces valeurs et ramener les corps qui s'y prêtent aux *températures correspondantes*.

Dewar, cette année *loc. cit.*¹, n'a pu liquéfier l'hélium dans un bain d'air liquide soumis à l'action du vide. Par contre, le même tube à hélium, plongé dans l'hydrogène liquide, s'est condensé en quelques gouttes d'un fluide incolore. Le point d'ébullition de ce corps simple est donc plus élevé que celui de l'hydrogène de peu de degrés.

En 1898, on a cessé de connaître des gaz permanents. Ces recherches ont nécessité une véritable installation d'usine, et de tels résultats ne peuvent

être atteints de nos jours uniquement avec du talent, un laboratoire et des *crédits réguliers*. Pour tous les grands efforts, en science comme en autre chose, il faut prévoir des crédits extraordinaires. Sans doute, il est souhaitable que l'État constitue ces réserves afin que notre Science puisse prendre part aux grandes initiatives de recherche sédentaire ou d'expédition. Une chose meilleure et plus difficile serait de susciter un courant d'opinion ou plutôt une mode qui ferait considérer comme de bon ton de soutenir par des souscriptions élevées les œuvres de cette nature. Les travaux de liquéfaction exposés ci-dessus ont été accomplis en grande partie grâce à la libéralité de particuliers et de la corporation des orfèvres de Londres.

La liquéfaction des gaz « permanents », commencée par Cailletet, à Paris, est à peine terminée que déjà l'industrie s'en empare. L'appareil de Linde, décrit dans la *Revue*¹, est du domaine des grandes constructions mécaniques : il peut liquéfier des tonnes d'air, et cet air liquide, soumis à une véritable distillation fractionnée, nous laisse prévoir l'oxygène liquide à dix francs la tonne. Comme produit secondaire on aura l'azote, et comme résidu quelques tonnes d'argon, dans lesquelles il ne faut pas désespérer de trouver d'autres éléments laissés peut-être à la dose de millièmes lors de la formation du monde.

Les expériences de M. W. Ramsay sur la diffusion de l'hélium font admettre à cet éminent chimiste que ce gaz est un mélange difficilement séparable de deux éléments satellites, à peu près comme le sont le cobalt et le nickel. Cela encore nous ramène à la liquéfaction des gaz de l'air par tonnes et nous laisse espérer, comme dans le groupe des terres rares, des éléments étroitement semblables.

Les terres rares en elles-mêmes n'ont pas eu cette année aussi bonne fortune que les gaz. On les a soumises à de nombreux essais qui ne sont pas de nature à jeter de la clarté sur un sujet déjà très complexe. Il y aurait un grand avantage à ne plus parler des travaux antérieurs à 1875, à ne plus invoquer Berzelius, Mosander, Bahr et Bunsen, autrement qu'au point de vue historique. Les terres sont assez connues par les travaux de Lecoeq de Boisbaudran, Demarcay, Auer von Welsbach, Schottländer, etc., pour que le premier devoir soit de ne pas porter de trouble dans ce qui est positivement acquis. M. Demarcay² a démontré que le néodyme est une espèce simple non séparable en d'autres éléments. Son oxyde anhydre à l'état de

¹ *Revue générale des Sciences* du 15 avril 1896.

² *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1039.

pureté présente la curieuse propriété d'être bleu et n'avait pas encore été vu sous son véritable aspect.

Dans cette suite d'éléments, M. Lebeau¹ apporte la connaissance du glucinium et de ses dérivés. Et ici encore, il faut reconnaître que la préparation d'un métal et de ses dérivés volatils purs est le seul document qui compte. Nous sommes bien sortis de l'ère des poudres grises faites par réduction et qui contenaient trop peu du métal dont elles n'avaient que le nom. Il nous faut le métal sous la forme réelle du lingot. M. Lebeau, en traitant de grandes masses d'émerande au four électrique, a obtenu du silicium et concentré le glucinium dans une faible quantité de laitiers. Le traitement tendant à obtenir un métal à faible poids atomique se trouve grandement simplifié. Finalement, du fluorure de glucinium et de potassium donne, par électrolyse sèche, du métal cristallisé pur. Les lames hexagones brillantes ressemblent beaucoup à celles du calcium. D'ailleurs, il n'est plus douteux que le glucinium ne soit de la série du calcium avec le poids atomique $9 \pm 0,3$. La tension de vapeur des solutions de chlorure dans la pyridine ne laisse plus de doutes². La densité du métal est $1,73$ à 15° (Lebeau). Les travaux de M. Moissan et ceux qui se poursuivent encore auront bientôt annulé la liste trop longue des métaux mal connus ou « entrevois ».

La classification Chancourtois-Mendeleef a rendu de signalés services à la science; mais elle passe visiblement à l'histoire. Un état d'esprit consiste, par reconnaissance, à faire entrer de gré ou de force les nouvelles découvertes dans la classification; à plier la nature, au risque de la fausser, à une règle humaine nécessairement imparfaite. D'après une autre vue, il faut se dire qu'un seul fait en désaccord démontré avec une théorie, la rend fausse, et que, dès ce moment, l'intérêt de la science est de la laisser passer. La doctrine du philogistique en Chimie fut bonne, mais il eût été fâcheux d'étayer ses ruines et de la soutenir d'un culte pieux.

Après les meilleurs services, tout ce qui n'est pas fait d'observation ou de calcul rigoureux doit tomber dans l'oubli tôt ou tard. Il faudrait une étude spéciale sur cette belle page de la Chimie d'il y a vingt ans; mais déjà ne voit-on pas que l'argon, l'hélium et le cripton de M. W. Ramsay n'étaient pas attendus et qu'ils dérangent l'échiquier des corps simples? Les terres rares, si semblables entre elles, si manifestement en famille naturelle, doivent-elles être mises de gré ou de force à côté des oxydes métaux auxquels elles ne ressemblent en rien, et cela uniquement parce que ce rapprochement

a renseigné pour Ga, Sc, Gr dans une région où tous les éléments d'interpolation existaient? Au maximum, sans tenir compte des analogies, la classification ne peut avoir plus de 33 places libres en supposant 3 éléments plus élevés que l'uranium, 240. Pour les terres rares seules il y a déjà plus de corps connus que de places possibles; en outre les relations admises, certaines devraient se placer au-dessous de Sb-Te-I, les autres immédiatement au-dessus ou au-dessous de Au-Hg-Tl-Pb, ce qui ne répond en rien à leurs caractères. Certes on a fait de grandes découvertes sans songer d'abord à la table (argon, hélium) et c'est maintenant la meilleure voie. Puis un jour, les métaux mieux connus, une nouvelle classification se fera pour représenter les nouveaux progrès.

Les moyens susceptibles de nous révéler de l'inconnu ne se trouvent que dans l'examen des matières naturelles et l'invention d'instruments nous permettant de soumettre ces matières à une énorme tension d'énergie ou à des moyens délicats d'observation. C'est du fond d'une mine qu'est sorti pendant un mois un riche minéral de germanium alors inconnu et qu'on n'a jamais revu sur terre (Winkler). C'est du four électrique que sont sortis le diamant, les carbures pétroliers et les métaux regardés comme irrédutibles (Ti) (Moissan). M. et M^{me} Curie, en possession d'un nouveau moyen d'investigation, ont tiré de la pechblende une matière possédant les propriétés radioélectriques de l'uranium centuplées. Que n'y a-t-il pas dans la pechblende, dans le cuivre gris ou panabase, en en prenant assez pour les regarder avec des instruments inédits?

De plus en plus, tous les corps simples, d'abord classés en familles par ressemblance, nous apparaissent aussi nettement tranchés que le sont en fait, dans leur caractère, les fils de mêmes parents. Le lien un peu trop lourd de nos classifications est bien vague, et nous sommes, à cet égard, dans la situation d'ignorants qui, apercevant de loin de petits êtres rangés au Muséum, croient y voir des mouches, grandes ou petites, alors que ce sont des insectes, des arachnides et des crustacés soigneusement différenciés.

La capacité de combinaison des divers corps simples sous le nom d'atômicité nous a autrefois donné la notion de quelque chose de fixe et d'acquis. Il n'en est plus rien. Ces faits sont de la plus haute importance à connaître, mais il faut les connaître bien, même au travers de leurs variations calorifiques, solutives ou autres.

Nous connaissons tous la laborieuse hypothèse en vertu de laquelle nous écrivons les sels de fer

¹ *Thèses de la Faculté des Sciences*, 1898.

² ROSENHEIM et P. WOGEL: *Zeitsch. für anorg. Chem.*, t. XV.

tels que Fe^2Cl^6 . Le fer est tétratomique $\text{Fe} \leq$; mais deux atomes se soudent et tout se passe alors comme s'il était triatomique $\text{Cl}^3\text{Fe} - \text{FeCl}^3$.

De plus en plus, cependant, on abandonne cette manière d'écrire. Les solutions de perchlorure contiennent $\text{Fe} \equiv \text{Cl}^3$, celles de protochlorure $\text{Fe} = \text{Cl}^2$; le chlorure cuivreux est CuCl et non Cu^2Cl^2 . M. Werner¹ a exactement confirmé ces faits par la méthode d'abaissement des tensions de vapeurs de Raoult.

Dans d'autres circonstances, l'atomicité du fer n'est peut-être plus celle-là, mais déjà nous apercevons combien est précaire la comparaison des atomicités prétendument établies pour classer les éléments et leurs combinaisons. Il n'y a, quant à présent, que des formes usuelles de composés.

Mais, malgré le rapide développement de la science, il semble qu'une idée jadis acceptée et reconnue fausse vive quand même l'espace d'une génération. Ceux qui l'ont attaquée ou ne l'ont pas connue pourront seuls en être détachés.

III. — CHIMIE ORGANIQUE.

Les fonctions de Chimie organique, maintenant assez nombreuses et distribuées en écritures linéaires ou hétérocycliques, fonctionnent véritablement comme les lettres d'un alphabet spécial et servent à écrire selon les règles de plus en plus complexes de l'orthographe chimique. Tous les hétérocycles imaginables s'écrivent. Le chlorosulfure d'azote de Demarcay, par exemple, $\text{Az}^2\text{S}^2\text{Cl}$, doit s'écrire, selon Muthmann et Seitter², sous la forme :



d'un hexagone-tétragone. Longtemps on a pensé que les cycles ne dépassaient pas l'hexagone, et sur ce sujet il y avait même une théorie très développée de Baeyer, sur la flexion-limite des polygones formés de tétraèdres. Il ne faut pas craindre, sur ce terrain inconnu, de faire des milliers de figures et de raisonnements pour que le hasard en laisse quelques-uns associés au nom des inventeurs.

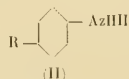
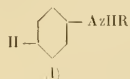
Maintenant on se sert ostensiblement des lettres de cet alphabet dont nous avons parlé pour écrire ce que l'on veut. Les pentagones, plus stables, selon Baeyer, sont bien dépassés. Les heptagones et les octogones ne gênent plus. Il est vrai que la démonstration de leur existence ne préoccupe

pas souvent. Il est vraisemblable, il est commode que cela soit, et le plus souvent cela suffit. Malgré tout, il est difficile de dire que la tendance générale d'une science, aventureuse seulement dans son graphisme, soit mauvaise. Une évolution hardie des signes est une aspiration vers le progrès.

Parmi ces signes se trouve le tétraèdre représentant le carbone assez commodément pour qu'il se soit répandu dans les livres. Mais, en même temps, la mode du tétraèdre faiblit remarquablement.

De plus en plus les chimistes ne voient dans les actions isomériques, optiques, stéréochimiques que des faits de symétrie plus ou moins répétée. La symétrie générale, la symétrie de Pasteur, l'emporte sur les solides représentatifs particuliers qui ne comportent qu'une symétrie trop restreinte et définie pour ne pas se heurter aux expériences qui se font sans cesse.

Au point de vue des faits palpables, on parle depuis, des années en Chimie organique, de transpositions moléculaires. Un corps ayant la formule (I), étant chauffé, se retrouvera par exemple avec la formule (II) :



Un groupe R aura sauté par-dessus une ou plusieurs mailles moléculaires. Ce fait nous enlève beaucoup de la sécurité qu'on avait dans la constance des arrangements préexistants. Très peu de chose et même l'action du temps suffit pour faire migrer un atome ou un groupe.

Il y a là assurément quelque acte de mouvement interne, mais avec l'habitude acquise de raisonner sur des atomes essentiellement discontinus, ces migrations se laissent mal concevoir, si leur réalité n'est pas douteuse.

M. A. Lapworth¹ propose une explication facile à mettre en évidence sur papier. Il représente les combinaisons organiques par des tétraèdres de carbone ayant entre eux, selon les circonstances, des attractions et des répulsions. Tel est le cas de groupes substituants figurés par deux petites masses blanche et noire dont il s'agit d'expliquer la migration. Pour cela, la simple inspection de la figure 1 suffit.

Ce mode de glissement est un peu laborieux; il est inhérent à la représentation tétraédrique des combinaisons et nous ne ferions pas plus d'hypothèse, je crois, en dessinant une chaîne de Grothus sur laquelle se déplaceraient deux mobiles substitués (fig. 2).

Il n'y a là qu'un jeu facile; cependant ces idées

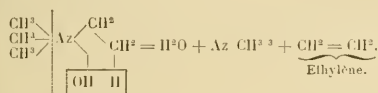
¹ Zeitschr. f. anorg. Chem., I, XV.

² Berichte, t. XXX, p. 627.

¹ Chem. Soc., juin 1898.

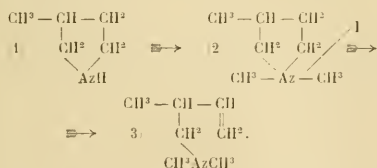
sont également assez étudiés. On peut dire que cela est la Chimie architecturale, donnant les moyens de construire des molécules de tous les styles et au besoin de les remanier. C'est la règle du travail qu'il faut effectuer tous les jours.

Après les travaux de M. Bouchardat, on peut se faire une idée de la nature du caoutchouc. Cette matière si précieuse donnant à la distillation sèche un carbure C^2H^3 , l'isoprène, qui peut se polymériser de nouveau en caoutchouc (C^2H^3)ⁿ ou ce qui est la même chose ($C^{10}H^{16}$)ⁿ. Mais comment est construite cette molécule-mère du caoutchouc? Il vient de paraître à Leipzig une curieuse thèse de W. Enler qui met en œuvre une ancienne réaction de Hoffmann, dont on fait trop rarement usage, et qui consiste à décomposer par la potasse un ammonium quaternaire afin d'obtenir l'hydrocarbure inconnu quelconque C^aH^{2a-1} d'une base primaire. Exemple :

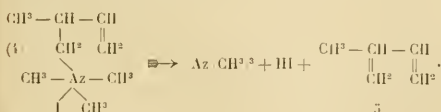


L'invention est faite, mais combien de bonnes applications on en pourrait encore tirer pour des thèses et pour augmenter le nombre si restreint de ces substances fondamentales que sont les carbures! Je rappelle ces faits parce que l'impression se répand trop de réactions organiques originales qui ne sont que la prolongation d'anciens travaux tombés dans l'ombre et revenant sous des noms nouveaux. Il y a là, quant aux réactions, une illusion de création.

M. W. Enler a tiré un parti qui reste enviable de l'équation de Hoffmann. Il part d'un hydrométhylpyrrol (1), le surcharge de méthyle (2) et, lui enlevant H par un alcali, ouvre le cycle (3) :



La formule (3), est de nouveau chargée de méthyle (4) et finalement disloquée par la potasse pour donner l'isoprène (5) :

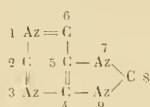


Cet isoprène, racine chimique du caoutchouc,

sorte de terpène ($C^{10}H^{16}$)ⁿ est donc, écrit sous une autre forme : $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2$, comparable à un diéthylène méthylé.

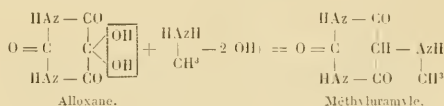
Par malheur, on ne tient pas encore la fabrication de l'isoprène de synthèse.

Sur les autres points de la Chimie organique on ne peut que mentionner des travaux importants, sans doute, mais sans lien avec l'ensemble des connaissances chimiques. Ce qu'il y a de mieux comme travail dans une série est assurément dû à E. Fischer¹, qui publie une suite très complète de travaux sur la série urique. Ses recherches ont abouti à la synthèse industrielle de la caféine et de la théobromine en partant de l'acide urique, soit pratiquement du guano. M. Fischer considère dans ces uréides un groupe « purique » fondamental dont les dérivés sont désignés par la numération particulière qui suit :

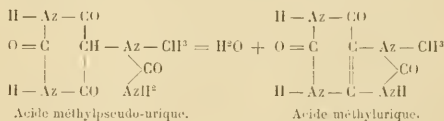


Charpente purique.

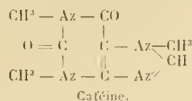
Il faut construire économiquement cet édifice, puis la caféine. Le dérivé urique nommé alloxane peut réagir sur la méthylamine pour former du méthyluramyle :



Le méthyluramyle s'unit à l'acide cyanique et donne un acide méthylpseudo-urique que les acides minéraux convertissent en acide méthylurique :



Il faut ici passer sur les méthylations et transformations intermédiaires assez nombreuses, réunies dans le *Jahrbuch der Chemie* de R. Meyer 1897, pour arriver à la caféine :

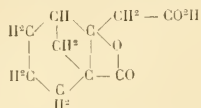


On remarquera que par cette voie on arrive, dès

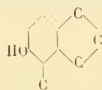
¹ *Rev. Chem. Ges.*, I. XVII à XXX.

le début, à une nouvelle synthèse de l'acide urique en partant de l'alloxane et de l'ammoniaque au lieu de la méthylamine.

Une deuxième question intéressante est celle de la cantharidine, anhydride prodigieusement caustique des Coléoptères, et dont la constitution n'est peut-être pas parfaitement connue. Selon H. Meyer (*Monatshefte f. Chemie*, t. XVIII), sa formule est la suivante :



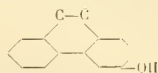
d'un dérivé méthylénique interne en méta formant au total un double hexagone enchevêtré. C'est bien là un exemple de la liberté de formuler, peu étroitement contrôlée, dont on use. Sur ce terrain des substances singulières que produisent les insectes, on voit qu'il n'y a rien de spécial, sauf peut-être un peu plus de complication dans l'orthographe chimique encore hésitante. Ainsi le rouge de cochenille, si anciennement connu et si précieux, avait reçu une formule naphtoquinonique, et maintenant la seule formule qui paraisse lui convenir est celle d'un hydrindène. La formule $C^{11}H^{12}O^4$, d'après des expériences précises, contient la charpente :



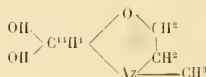
W. v. Miller et Rhode¹ ont déterminé le poids moléculaire de l'acide carminique et vu que cette matière n'était pas aussi simple qu'ils l'avaient pensé. La formule de l'acide carminique en C^{11} est inacceptable. Mais comme, pour les corps en C^{20} , nul ne peut se vanter de décider, par l'analyse, à un ou deux carbones près, les auteurs pensent que l'acide carminique est $C^{22}H^{20}O^{13}$ ou $C^{23}H^{22}O^{14}$ par polymérisation de deux groupes en C^{11} ou C^{12} .

La recherche sur les alcaloïdes de l'opium se poursuit. Il est bien acquis que ce sont des dérivés du phénanthrène, mais la superstructure de ces poisons reste fort obscure.

La morphine contient, d'après les derniers travaux de Freund², la charpente en C^{14} :



Avec moins de certitude dans les détails de position, on peut affirmer aussi qu'à ce jour elle peut s'écrire :



La codéine est le monométhyl-éther phénolique, et la thébaine résulte de la méthylation du dernier groupe OH.

Dans la série des terpènes on ne peut mentionner en quelques lignes les résultats acquis depuis un an, s'il y en a. C'est là un écheveau de fils multicolores qu'il s'agit de démêler sans rien casser. Les auteurs ne sont pas toujours d'accord et il faut reconnaître que la matière, toujours mobile, leur glisse entre les mains. Tous les ans apparaissent quelques nouvelles formules du camphre, de l'acide camphorique, des dérivés du bornéol, du carvol, de la pulégone, du citral, etc., et les lecteurs ont souvent leurs auteurs préférés. Il est vrai que ces dessins importent relativement peu, les pièces matérielles du damier augmentent et aussi on connaît mieux les règles de leur maniement. En dehors de la technique, il faut attendre les généralités claires, si elles doivent ressortir de ces terpènes que fait la vie et qui, isolés dans nos flacons, semblent vivre encore, vivre de la vie moléculaire qui varie avec le temps, la température, la lumière, les particules étrangères, presque à notre insu.

IV. — CHIMIE BIOLOGIQUE.

A l'origine de tout apport de vie se trouvent les protoplasmas, matières azotées de nature albuminoïde complexe, et ainsi les animaux et les végétaux partent d'une série chimique sensiblement uniforme et se confondent au point de départ. Bientôt les germes accentuent leur individualité héréditaire et l'accroissement tend à classer le stock de matière qui vit sur le globe en deux lots : les saccharides végétaux et les albuminoïdes animaux, moins abondants. Passée la période embryonnaire, les tissus végétaux contiennent peu d'albumines par rapport aux saccharides.

Ces derniers se meuvent aux heures de travail sous forme de solutions de glucoses ou de saccharoses, puis se fixent en polysaccharides de réserve dans les organes de soutien ou dans ceux qui sont chargés d'un embryon. Ils doivent alors suivre et protéger le germe dans sa première vie hasardeuse. Les saccharides — qu'ils se nomment glucoses, pentoses, sucres ou bois — ont été pendant fort longtemps méconnus. Aujourd'hui on en a une connaissance remarquablement précise. Les bois eux-mêmes se résolvent en matériaux moléculaires connus. Les saccharides sont faits de $C + H + O$, selon des arrangements limités. Les albuminoïdes restent infiniment plus complexes. Il n'est pas

¹ *Berichte*, t. XXX. 1897.

² *Berichte*, t. XXX.

juste de dire que les albuminoïdes, les corps biologiques par excellence, soient quaternaires ou faits seulement de $C + H + O + Az$, même selon des arrangements illimités. De plus en plus entre dans l'étude de la vie l'influence de P, S, I, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Fl, Cl.

Nous ne sommes pas près de savoir comment les albuminoïdes se forment et s'accroissent. Cependant les biologistes auront intérêt à suivre les grands progrès accomplis chaque année de ce côté et dus en grande partie à A. Kossel¹. L'idée de ce savant et de ses prédécesseurs consiste à rechercher les réactions des albumines, non pas dans les organes qui ont atteint un parfait équilibre d'échanges, comme les muscles, mais dans ceux qui travaillent pendant la période embryologique. L'œuvre chimique est alors à faire et l'on a chance de voir les matériaux de la première heure, ce que Kossel nomme les « protamines ».

La matière première est donnée par les laitances de saumon, de hareng, d'esturgeon, etc. Du hareng a été tiré un sulfate cristallisé, le sulfate de clupéine, une des protamines : $C^{30}H^{37}Az^7O^{61}.2SO^4H^2$. Une albumine élémentaire ou protamine est donc une base salifiable. Par hydratation, cette base vive se résout en fragments moléculaires plus simples, parmi lesquels trois molécules d'arginine $C^6H^{14}Az^2O^2$ et une d'histidine $C^{11}H^{20}Az^2O^6$. Antérieurement, l'auteur avait obtenu une base protalbumique plus simple, la sturine, $C^6H^{14}Az^2O^2$, de l'esturgeon.

Certaines de ces bases précipitent les albumines solubles pour donner des nucléines.

Ces corps d'origine, chargés en azote, se rattachent visiblement aux uréides; ils s'annexent des molécules d'autres protéides, et ainsi s'engendrent les albuminoïdes indéfiniment variés qui travaillent dans le cycle chimique de la vie.

M. G. Bertrand depuis quelque temps s'occupe des réactions d'oxydation biologique : fermentations oxydantes ou oxydations intracellulaires. Les tissus vivants ne prennent pas directement l'oxygène de l'air; certaines substances, les oxydases ou diastases oxydantes, servent d'intermédiaires². Elles colportent l'oxygène. Mais ces oxydases elles-mêmes doivent emprunter à un corps simple convenable la faculté de s'oxyder et de se réduire alternativement. Ce travail répond bien aux propriétés habituelles du manganèse et c'est lui qui contribue à l'effectuer. Depuis longtemps on sait que le manganèse existe dans les tissus animaux et végétaux. Les cendres végétales fondues sont verdies par le manganate de potassium (Maumené).

Or, M. Bertrand est arrivé à démontrer l'efficacité du manganèse. Une solution au 1/100 d'hydroquinone, corps réducteur, reçoit 1/1000 de manganèse saturé par différents acides. Pour les acides minéraux, l'absorption d'oxygène ne dépasse pas 2, 100, les acides organiques procurent une absorption supérieure à 22, 100 et l'hydroquinone est rapidement oxydée alors que, sans manganèse, elle resterait stable. On conçoit l'importance de ces oxydases dans la réduction, l'oxydation et la mise en équilibre des albuminoïdes protoplasmiques.

M. J. Laurent¹ est arrivé à faire croître des plantes dans du glucose et du sucre intervertis additionnés des éléments minéraux usuels. Cette fixation directe de molécules complexes est maintenant bien établie. Mais, après tout, n'est-ce pas la prolongation de la vie cotylédonnaire naturelle aux végétaux qui accumulent des réserves insolubles pour les mobiliser par saccharification?

Un cas bien plus curieux est celui de M. Bouilhac² qui est parvenu à faire consommer du glucose et de l'azote de l'air à des cultures de *nostoc punctiforme* mêlé, à la vérité, d'une bactériacée. On a relevé, depuis la découverte de M. Berthelot relative à la fixation de l'azote et celle de la fixation de ce même azote par les nids microbiens des racines de légumineuses, divers autres fixateurs. Mais le fait le plus intéressant dans le travail de M. Bouilhac, c'est que, dans ces conditions de nutrition, quand elles se passent à l'obscurité complète dans des vases entourés de plaques photographiques ne portant pas après des mois la moindre trace d'impression, la prolifération des cultures se fait en même temps qu'une matière colorante verte. L'auteur et moi, avons obtenu une teinture alcoolique de ces *nostocs* et constaté la coïncidence du spectre de cette teinture avec celui que donnent les feuilles vivantes des végétaux supérieurs. Ainsi les chlorophylles peuvent se faire à l'obscurité. Il semble, d'après cela, qu'une des principales fonctions des chlorophylles en vie soit associée à la formation du sucre et de leurs annexes, les celluloses et les mucilages. Dans le cas relaté, là où le sucre est donné, les chlorophylles se forment même à l'abri de la lumière.

L'on sent, en présence des faits nouveaux qui surgissent, combien il est nécessaire dans cet ordre de connaissances mobiles, de faire table rase du savoir que nous tenions pour suffisant il y a trente ans.

A. Etard,

Professeur à l'Ecole de Physique
et de Chimie industrielles de la Ville de Paris,
Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

¹ *Centralblatt für medicinische Wissenschaft, et Berichte*, 1897-1898.

² *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1032.

¹ *Comptes rendus*, t. CXXV.

² *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 828.



BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Von Bortkewitsch (L.), *Privat-Docent à l'Université de Strasbourg.* — *Das Gesetz der Kleinen Zahlen.* — 1 brochure in-8° de 52 pages. (Prix : 2 fr. 50.) B.-G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1898.

Cet opuscule contient une application très intéressante du calcul des probabilités à la statistique pour le cas d'un nombre infiniment grand d'épreuves, la probabilité de l'événement étant infiniment petite. Ce cas se rencontre par exemple dans la statistique des suicides et dans celle des accidents; l'auteur les donne comme vérification de sa loi des petits nombres. La méthode adoptée par M. Bortkewitsch pourra sans doute être étendue avec succès à d'autres exemples présentant la particularité des petits nombres; son emploi ne manquera pas d'apporter de l'intérêt à l'examen de ces tableaux de chiffres amassés avec tant de soin par les statisticiens.

H. F.

Haton de la Goupillière, *Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Directeur de l'Ecole nationale supérieure des Mines.* — *Cours d'Exploitation des Mines.* 2^e édition, revue et augmentée, avec la collaboration de M. MAXIME PELLÉ, *Ingénieur des Mines.* Tome II. — 1 vol. in-8° de 1070 pages avec 924 figures. (Prix : 35 fr.) P. Vieu-Dunod et Co, éditeurs, 49, quai des Grands-Augustins, Paris, 1898.

L'œuvre dont M. Haton avait entrepris la réimpression avec le concours de M. Maxime Pellé, son jeune et distingué successeur à la chaire d'Exploitation de l'Ecole des Mines de Paris, est achevée.

Le premier volume, que nous présentons aux lecteurs de la *Revue* il y a dix-huit mois¹, guide l'ingénieur dans ses recherches d'un gîte exploitable; il lui enseigne les procédés de fonçage des puits, de traçage des galeries, d'abatage du gîte et de roulage des matières abattues.

Le second volume s'étend longuement sur les dispositifs mécaniques propres à l'extraction et à l'épuisement pour, ensuite, passer à l'une des questions les plus délicates; celle de l'aérage des travaux. La préparation mécanique des minéraux qui clôt l'ouvrage forme à elle seule presque une œuvre distincte.

L'extension du champ d'exploitation, l'intensité des travaux et la concentration du personnel à grande profondeur, dans un réseau de galeries n'ayant de communication avec l'extérieur que par un ou deux orifices, imposent à l'exploitant moderne de multiples et redoutables responsabilités. Il doit ne s'avancer qu'avec prudence, précédé sans cesse par des travaux de reconnaissance pour éviter toute surprise par les eaux ou les gaz; il doit constamment avoir à sa disposition des engins d'aérage assez puissants pour balayer les travaux envahis par le grisou ou l'acide carbonique, des lampes assez sûres pour qu'aucune irruption inopinée d'un mélange explosif ne trouve où s'enflammer; des pompes assez fortes pour maintenir les eaux, tant au moins jusqu'à ce que tout le personnel ait pu être remonté au jour, en cas de venue subite.

Telle de ces conditions s'est plus d'une fois trouvée en défaut, et les funèbres listes des victimes du devoir se sont, à un moment donné, allongées et multipliées avec une désespérante rapidité.

Une noble émulation a saisi le personnel des exploitants, aussi bien en France qu'en Angleterre, en Allemagne, en Autriche et en Belgique. Partout des commissions techniques se sont attachées à analyser minutieusement toutes les circonstances de ces catastrophes et à rechercher les mesures à prendre, les progrès à réaliser pour que ces circonstances ne puissent plus se réaliser ou, tout au moins, ne fussent plus qu'infiniment rares.

M. Haton a collaboré à toutes ces recherches, et son beau traité d'exploitation présente l'exposé succinct et précis de l'état actuel de la science, aussi bien au point de vue des explosifs à basse température et des lampes de sûreté qu'au point de vue de l'aérage mécanique.

Quelques chiffres statistiques montrent combien de vies humaines ont été épargnées dans ces dernières années, grâce à l'intervention des hommes de science et d'études, et avec quelle constante et encourageante continuité ont décliné les catastrophes qui venaient périodiquement émailler les pays industriels.

L'amélioration générale de l'état sanitaire du mineur est plus difficile à chiffrer et à présenter en tableaux; mais tous ceux qui ont revu, après quinze ou vingt ans, les populations des anciens centres miniers ont été frappés des progrès que dénotent la figure et le maintien du mineur.

Ce n'était pas impunément que le piqueur travaillait chaque jour dans une atmosphère viciée qui ne se renouvelait que lentement et avec toute l'incertitude d'un courant influencé par toutes les variations atmosphériques. L'augmentation de l'effet utile de l'homme est rapidement venue prouver qu'une dépense, même considérable, pour assurer en tout temps une intense circulation d'air pur était un bon placement financier.

Bien des questions restent encore à l'étude :

Les lampes de sûreté ne donnent souvent, surtout au bout de quelques heures, qu'une lumière insuffisante. L'obligation de les remonter au jour, ou tout au moins de les rapporter à l'orifice d'entrée d'air pour les rallumer, est une servitude qui incite souvent à de funestes imprudences;

Les engins mécaniques pour l'abatage de la houille, en particulier, n'ont encore que peu pénétré en Europe, alors qu'ils paraissent donner de sérieux résultats en Amérique;

Les applications de l'électricité, au fond, ne sont encore que peu répandues et ne pourront se généraliser qu'après des améliorations qui paraissent encore difficiles à réaliser.

Nous n'en finirions pas si nous voulions citer tous les desiderata des exploitants.

L'ouvrage de MM. Haton et Pellé n'a point la prétention d'être définitif, mais il a le grand mérite de préciser l'état présent de la science et de grouper en deux volumes, faciles à consulter grâce à leur table des matières si complète, tout ce qui mérite de survivre dans la multitude des mémoires dispersés dans les nombreuses revues minières du monde entier.

Ceux qui ont eu l'avantage de suivre les cours des savants professeurs de l'Ecole des Mines de Paris retrouveront dans ces volumes cette association constante de la science et de l'expérience qui donne une si inestimable valeur à cet enseignement. Pour tous ceux qui sont appelés à pratiquer l'art des mines, ces volumes seront un guide à la fois intéressant et sûr.

E. GRUNER,

Ingénieur civil des Mines,
Secrétaire du Comité central des Houillères de France.

¹ *Revue* du 30 mai 1897, n° 10, page 436.

2° Sciences physiques

Sanford (P.-Gérald), *Chimiste conseil de la Cotton Powder Company. — Explosifs nitrés. Traduction, revue et augmentée, de M. P.-J. Daniel, Ingénieur des Arts et Manufactures. — 1 vol. in-8° de 236 pages avec 43 figures. (Prix : 6 fr.) Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.*

Le nombre considérable des explosifs dont disposent actuellement les services militaires ou les exploitations minières est bien fait pour rebuter le lecteur désireux de se mettre au courant des progrès de cette industrie. Cette complexité est plus apparente que réelle, et il suffit d'aborder l'étude avec des guides expérimentés, tels que M. Gerald Sanford et son traducteur et collaborateur M. J. Daniel, pour reconnaître qu'en pratique toutes les fabrications des explosifs modernes reposent sur l'emploi de quatre ou cinq corps fondamentaux : la nitroglycérine, le coton-poudre ou les celluloses nitrées, l'acide picrique ou ses congénères, et l'azotate d'ammoniaque.

Les dynamites de toute forme, les explosifs de guerre d'éclatement utilisés pour le chargement des projectiles, les poudres balistiques sans fumée modernes et enfin les explosifs à basse température de détonation récemment introduits pour la sécurité des mines grisouteuses ou poussiéreuses, s'obtiennent ou peuvent s'obtenir par l'emploi, à l'état séparé ou associé, de ces quatre corps, et les variations innombrables exécutées par les inventeurs sur ce thème fondamental présentent sans doute des particularités intéressantes au point de vue du fonctionnement pratique ou simplement de la validité des brevets, mais elles peuvent être négligées sans inconvénient dans une première étude.

De cette remarque découle la division adoptée par M. Sanford, dont l'ouvrage se développe par chapitres consacrés à la nitroglycérine, aux dynamites, aux nitrocelluloses, aux dérivés nitrés de la série aromatique et aux poudres sans fumée. Ces chapitres renferment un exposé très complet des méthodes de fabrication et des précautions de toute nature qui assurent leur succès.

Les notions relatives aux explosifs de sûreté ont été rattachées à l'étude des dérivés de la série aromatique, et le lecteur inexpérimenté serait conduit à penser que c'est à cette catégorie de combustible que ces explosifs doivent leurs propriétés spéciales, tandis qu'elle appartient au comburant nitrate d'ammoniaque.

La notion relativement récente et fondamentale de la température de détonation des explosifs et de son importance au point de vue de l'inflammation des mélanges tonnants mériterait, semble-t-il, d'être présentée d'une façon moins incidente.

Sous le bénéfice de cette légère critique, il nous paraît que le livre de M. Sanford sera fructueusement consulté par ceux qui veulent acquérir des notions précises sur l'industrie des explosifs.

P. VIEILLE,
Ingénieur des Poudres et Salpêtres.

3° Sciences naturelles

Dassonville (Ch.). — *Action des sels minéraux sur la forme et l'action des végétaux. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris. — 1 vol. in-8° de 188 pages avec 11 planches. Le Bigot frères, imprimeurs. Lille, 1898.*

Jusqu'à présent, la Chimie revendique presque tous les travaux relatifs à l'influence de la nature du terrain sur le développement intime des végétaux. M. Dassonville entend de compléter et de contrôler les données de la Chimie par l'étude anatomique. Il espère pouvoir dégager l'action de la lumière, de la chaleur et des autres agents physiques de celle des milieux de culture et arriver à gouverner la structure des plantes en obtenant, à son gré, celle qui serait démontrée la

plus avantageuse pour chaque cas. On comprend toutes les conséquences que ces résultats auraient pour l'Agriculture. M. Dassonville dit n'avoir fait qu'aborder ces études. Puisse-t-il les continuer avec un plein succès!

Après un historique détaillé et méthodique, l'auteur annonce que, pour apprécier l'effet des sels minéraux sur les végétaux, il a cultivé les plantes, comparativement, dans des solutions tirées de sels minéraux et dans l'eau distillée. Les différences des résultats obtenus est due, dit-il, à la présence des sels : elle exprime la valeur de leur action. C'est la méthode appliquée depuis longtemps par de Saussure, puis par Sachs et d'autres. Tout le monde est d'accord avec lui lorsqu'il assure que l'Agronomie n'en a pas encore tiré grand bénéfice, que si la méthode des cultures en solution aqueuse est seule capable de donner des résultats précis, l'application des faits naturels qu'elle met en évidence exige un complément de recherches qui en recule la portée pratique au point de vue agricole.

On comprend, en effet, que l'agriculture ait quelque peine à se laisser convaincre par des résultats obtenus sur des végétaux de grande culture (céréales, pomme de terre), ou qui acquièrent normalement de grandes dimensions (Grand-Soleil, Ricin, Courge, etc.), lorsque ces végétaux ont été cultivés en serre, dans des éprouvettes, au moyen de solutions exclusivement minérales qui les laissent, naturellement, bien loin de leur développement normal.

En fait, c'est ce que démontre surtout la série des expériences de M. Dassonville. Personne ne s'étonne que les avoines et les blés cultivés de la sorte aient « versé » ; cependant un lot de seigle cultivé dans l'eau distillée est arrivé à graine. L'auteur, après avoir comparé des cultures faites dans l'eau distillée et dans un liquide nutritif titré liquide de Knop, comprenant des nitrates de chaux et de potasse, des phosphates de potasse et de protoxyde de fer et du sulfate de magnésie, examine l'action propre à chaque sel sur les différents organes végétatifs des diverses espèces de plantes. Il a entrepris aussi des expériences en pleine terre ; il en relève avec soin les résultats, mais il y attache peu d'importance et déclare que, seules, les cultures en solutions aqueuses ont la rigueur et la précision désirables.

L'énoncé des principaux résultats obtenus nous apprend que, dans une solution minérale convenablement choisie, les plantes poussent vigoureusement et donnent des fleurs et des fruits ; que, dans l'eau distillée, les plantes restent chétives et ne fleurissent ordinairement pas ; ce résultat était prévu. Mais les sels agissent sur la structure des tissus les plus divers, de sorte que « l'anatomie de deux plantes de même espèce, considérées à un moment donné, peut être très dissimilable ». L'auteur se demande même s'il y a des caractères anatomiques immuables, constants. Il en connaît au moins un ayant ce privilège : c'est la disposition relative des faisceaux du bois et du liber, soit dans la racine, soit dans la tige. Il trouve que les travaux anatomiques sont entachés d'erreur et juge que « l'expérimentation est nécessaire si l'on veut obtenir toute l'exactitude dont l'anatomie a besoin pour les comparaisons et ses classifications ». C'est, ce nous semble, la conclusion à laquelle l'auteur attache le plus d'importance. C. F.

Loisel G., *Docteur en médecine et ès sciences. — Contribution à l'Histo-physiologie des Eponges. — I. LES FIBRES DES RENIERA. — II. ACTION DES SUBSTANCES COLORANTES SUR LES EPONGES VIVANTES. — 1 brochure de 92 pages avec figures et planches. (Extrait du « Journal de l'Anatomie et de la Physiologie », n° 2, 1898.) F. Alcan, éditeur, Paris.*

Chez les *Reniera*, le mésoderme renferme des cellules libres, amiboïdes, bourrées de sphérules (cellules sphérulées), qui dérivent probablement des phagocytes ordinaires ; souvent, ces cellules s'alignent à la suite les unes des autres, en forme de chapellet, et sécrètent

chacune un bâtonnet réfringent, très avide de matières colorantes. Tous ces bâtonnets s'accroissent, rejoignent leurs voisins et constituent une fibre segmentée, occupant l'axe du chapelet. Les cellules sphéruleuses disparaissent graduellement dans la substance fondamentale du mésoderme et la fibre devient libre. Elle est constituée par une substance très voisine de la spongyne; ses cellules sécrétantes sont donc comparables aux *spongoblastes* des autres Eponges.

Si l'on fait vivre des *Reniera* et *Spongilla* dans de l'eau renfermant en dissolution diverses matières colorantes, on constate que certaines de ces substances sont absorbées, et que l'Eponge prend une vive coloration qui ne paraît pas, d'ailleurs, la gêner outre mesure. La matière colorante est, soit diffusée dans la substance fondamentale, soit fixée sur des grains cytoplasmiques de cellules endodermiques et mésodermiques; au bout d'un certain temps, le rouge Congo et le tournesol bleu viennent à la teinte caractéristique des milieux acides. Souvent, le noyau se colore d'une façon diffuse, notamment par le rouge neutre et le bleu de méthylène.

Si on remet l'Eponge dans de l'eau pure, les cellules qui ont absorbé les couleurs rejettent celles-ci dans la substance fondamentale; là, elles peuvent être reprises par des phagocytes, mais il semble que la substance fondamentale intervient par ses contractions (?) pour les drainer et les conduire finalement au dehors.

Les Spongilles donnent, avec la teinture de gaïac et l'hydroquinone, les réactions caractéristiques des oxydases; il est possible que celles-ci interviennent dans la protection des Eponges, ce qui expliquerait l'immunité remarquable de ces animaux vis-à-vis des invasions microbiennes et parasitaires; il y aurait chimiotaxie négative due au rejet des oxydases par l'Eponge bien vivante.

L. CRÉTOR.

Professeur de Zoologie à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Redard (Dr P.), *Chirurgien en chef du Dispensaire Furlado-Reine*. — *Le Torticolis et son traitement*. — 1 vol. in-8° de 242 pages avec 66 figures. (Prix : 6 fr.) G. Carré et C. Naul, éditeurs. Paris, 1898.

M. le Dr P. Redard est particulièrement bien placé pour traiter les questions d'orthopédie; il a pu réunir, en quelques années, à son dispensaire, un nombre considérable de documents inédits, observations et photographies à l'appui. En sorte que le principal intérêt du véritable traité qu'il vient d'écrire sur le torticolis réside dans l'abondance des faits qui ont été utilisés à sa rédaction.

Le torticolis, qu'il soit aigu ou chronique, se rencontre dans un grand nombre de maladies. C'est une difformité désagréable, souvent rebelle à tout traitement. Le Dr P. Redard passe en revue toutes les variétés du torticolis : il étudie successivement le torticolis médical et le torticolis chirurgical, mais insiste surtout sur les formes les plus intéressantes et aussi les plus fréquentes du torticolis musculaire et articulaire. Les chapitres concernant la symptomatologie, le diagnostic, l'anatomie pathologique ont été écrits avec un soin particulier. Mais la partie capitale du livre est celle qui contient l'exposé critique du traitement.

Après avoir passé en revue les différentes méthodes thérapeutiques employées dans le torticolis congénital, M. P. Redard arrive à cette conclusion — qui semble être une loi générale en orthopédie — à savoir que l'œuvre du chirurgien ne se borne pas à pratiquer les sections tendineuses ou aponévrotiques nécessaires au redressement, mais doit se poursuivre par de persévérants massages et une gymnastique appropriée, et cela sous peine d'insuccès. La scoliose cervicale est, en effet, un élément important de la déviation et elle ne peut demeurer corrigée, après le redressement immédiat, qu'à la condition d'être traitée par les méthodes orthopédiques habituelles. Mais pour arriver à ce

résultat, il faut que la section de toutes les parties rétractées ait été faite, et c'est pourquoi M. P. Redard recommande de pratiquer la ténotomie à ciel ouvert.

Dans le torticolis postérieur, M. Redard recommande la *suspension oblique* continuée le jour et la nuit sur une planche horizontale matelassée, au bord supérieur de laquelle se fixe une tige verticale qui reçoit un arc métallique mobile, terminé par deux crochets auxquels s'adapte une mentonnière de Glisson. Cette disposition permet d'incliner la tête du côté opposé au torticolis et de la fixer à la limite de l'extension possible. Une autre méthode consiste à pratiquer, sous le chloroforme, une série de redressements successifs et à maintenir chaque fois le résultat acquis par un appareil inamovible. Quant aux torticolis osseux, l'extension, le maintien et l'immobilité de la tête seront obtenus au moyen de colliers ou de minerves.

Tel est ce livre, intéressant à plus d'un titre, où le lecteur trouvera un exemple de ce que l'on peut obtenir dans le traitement des difformités congénitales, avec une méthode orthopédique rigoureuse, basée sur la connaissance précise de l'anatomie pathologique.

Dr GABRIEL MAURANGE.

Stokvis (J.-B.), *Professeur à l'Université d'Amsterdam*. — *Leçons de Pharmacothérapie*. Tome II. Traduction française de MM. D. DE BUCK et L. DE MOOR. — 1 vol. in-8° de 496-xxxxviii pages. (Prix : 16 fr.) De Eren F. Bohn, éditeurs à Haarlem, et O. Doyn, éditeur à Paris, 1898.

A l'occasion de l'analyse du tome I^{er} de cette importante publication j'ai indiqué la « manière » de mon savant collègue d'Amsterdam; je n'y reviens pas.

Après avoir étudié les parasitides dans les leçons XVII-XXVII du tome I^{er}, l'auteur consacre les leçons XXXVIII-IL, qui forment la majeure partie du tome II, aux médicaments à action locale : il passe en revue les irritants, les astringents, les caustiques, les modificateurs du tube digestif (stomachiques, émétiques, purgatifs) et les protectifs. Dans les quatre dernières conférences de ce tome leçons L-LIV il aborde l'étude des médicaments agissant principalement après absorption et qu'il appelle téléodynamiques.

Ce tome II est au moins égal à son aîné, le tome I^{er}; une fois complet, cet ouvrage ne fera défaut dans aucune bibliothèque sérieuse de médecine. C'est un monument qui représente la pharmacothérapie de notre époque et dont l'étude est à recommander à quiconque s'intéresse à la thérapeutique.

J.-F. HEYMANS.

Professeur à l'Université de Gand.

5° Sciences diverses

L'Année sociologique, publiée sous la direction de M. Emile Durkheim, professeur de Sociologie à l'Université de Bordeaux (1^{re} année, 1896-1897). — 1 vol. in-8°, vu-563 pages. (Prix : 10 fr.) F. Alcan, éditeur. Paris, 1898.

M. Durkheim se propose de publier périodiquement, avec quelques collaborateurs, une *Année sociologique* où, à côté de mémoires originaux, on trouvera une analyse des travaux qui intéressent le sociologue. C'est ainsi que, cette année, le volume comprend deux mémoires : l'un, de M. Durkheim lui-même, sur la *prohibition de l'inceste et ses origines*; l'autre, de M. Simmel, professeur à l'Université de Berlin, sur ce sujet : *Comment les formes sociales se maintiennent*. Puis, sous diverses rubriques : Sociologie générale, sociologie religieuse, sociologie morale et juridique, sociologie criminelle, sociologie économique, etc., vient l'analyse des travaux parus du 1^{er} juillet 1896 au 30 juin 1897. L'*Année sociologique* a la prétention d'être un recueil scientifique : il est donc naturel qu'une Revue sociologique en signale l'apparition et en indique le caractère.

1. Voyez la *Revue générale des Sciences*, du 15 mai 1896, t. VII, p. 457.

L'Année sociologique n'est pas l'œuvre d'une école. M. Durkheim n'a pas demandé à ses collaborateurs d'adhérer à ses propres doctrines; on a même remarqué (*Revue philosophique*, juillet 1898) entre les opinions des divers rédacteurs des divergences notables; ils ne partent pas des mêmes hypothèses et n'aboutissent pas aux mêmes conclusions. Mais ces divergences mêmes ne prouvent-elles pas qu'ils n'ont pas d'idées préconçues, qu'ils sont disposés à abandonner leurs croyances provisoires quand l'expérience et la discussion en démontreront la fausseté? Il n'y a pas d'orthodoxie sociologique: telle est leur première affirmation; et c'est bien un postulat de toute recherche scientifique.

Les rédacteurs de l'Année s'entendent encore sur un point: la Sociologie est une science. Ils croient qu'elle a été discréditée par les auteurs qui se contentent de faire passer des généralisations vagues et des métaphores creuses pour des vérités scientifiques. Loin d'avoir la prétention de construire la « Métaphysique de la Sociologie », ils estiment que la Sociologie est une science positive. Ils ne la confondent même pas avec la Philosophie de l'Histoire, si l'on entend par là une proclamation prématurée des lois de l'évolution humaine. La Sociologie, pour eux, doit étudier des faits et des causes: c'est une science analogue à la Physique ou à la Psychologie.

Quel est le domaine de cette science? Il semble qu'ici des divergences vont se produire. Les uns, en effet, M. Simmel et M. Bouglé par exemple, tendent à ne voir dans la Sociologie que la science de l'association, ou, selon leurs expressions, la science des « formes sociales ». M. Simmel va jusqu'à dire que peu important les fins économiques, religieuses, politiques, en vue desquelles sont formées les associations; la Sociologie aurait pour objet les phénomènes qui se produisent dans toute société, quelle que soit sa fin: « formation de partis, domination et subordination, formation des hiérarchies, division du travail, concurrence, etc. » p. 72. Au contraire, M. Durkheim revendiquerait volontiers pour la Sociologie l'étude de la matière même de la vie sociale, des phénomènes religieux, politiques, juridiques, économiques qui se produisent au sein des sociétés. Mais, qu'ils restreignent ou qu'ils étendent le domaine de la science sociale, les rédacteurs de l'Année sont d'accord pour lui reconnaître un objet défini, distinct de l'objet des autres sciences: ceux qui seraient le plus tentés de rapprocher la Sociologie de la Psychologie admettent qu'elle a le droit de se constituer à part, comme la Physique demeure distincte de la Mécanique, malgré ses rapports avec elle.

Quels que soient les faits étudiés par la Sociologie, ce sont des faits: il faut donc leur appliquer la méthode des sciences de faits. C'est pour cette raison qu'aucun *mémoire* n'est inséré dans l'Année si ses conclusions ne sont pas appuyées sur des faits observés; on pourrait croire qu'une exception a été faite pour le travail très général de M. Simmel; mais la lecture montre que cet article, bien qu'il ne contienne pas de références précises, repose sur une foule d'observations dont la vérification est en général facile. Quant aux *analyses*, elles sont précisément destinées à fournir des faits aux sociologues: toute étude qui renferme un fait social ou une hypothèse sur les faits sociaux a le droit d'être signalée dans l'Année: celle-ci est surtout un instrument d'information.

A ce titre, on pourrait sans doute lui faire quelques reproches. Les lacunes ne manquent pas dans ce répertoire: c'est ainsi qu'on a supposé connues les sources on peuvent puiser les auteurs dont on analyse les ouvrages: les enquêtes officielles ne sont pas résumées; ne serait-il pas intéressant de le faire? En outre, au lieu de tirer d'autrui leurs matériaux, pourquoi les sociologues ne se mettraient-ils pas eux-mêmes à la recherche des faits? Les statistiques, enquêtes et rapports officiels sont faits à un point de vue administratif ou politique plutôt que dans une intention scientifique: ils devraient être refaits par des savants. En outre, une

grande quantité de faits sociaux, les faits d'ordre religieux, par exemple, échappent aux statistiques officielles. Le sociologue ne doit donc pas se contenter d'élaborer les faits observés par autrui; lui-même doit observer. L'Année ne pourrait-elle pas donner l'exemple? On remarquera encore que la classification des faits, telle qu'elle est donnée dans la première Année, n'a rien de définitif. Enfin, on pourra regretter l'absence d'un *index* qui permettrait de trouver plus facilement les idées et les faits que contient l'Année en grand nombre. Mais la Préface même a prévenu le lecteur des « inévitables tâtonnements » auxquels les auteurs étaient exposés: du moins n'ont-ils pas hésité sur la méthode qui exige l'observation minutieuse des faits sociaux et la critique minutieuse des documents qui les contiennent.

Cette méthode rapproche la Sociologie de l'Histoire. Mais la Sociologie se distingue, par les explications qu'elle cherche, de l'Histoire, entendue au sens vulgaire. Celle-ci suit l'évolution chronologique des faits, les explique par leurs antécédents, trouve les causes occasionnelles des événements: c'est ainsi qu'elle expliquera la guerre de 1870 par le récit des événements antérieurs, le caractère de Napoléon III et la fausse dépêche d'Ems. La Sociologie cherche les lois, et les lois ne s'énoncent que lorsqu'on a trouvé entre deux faits un rapport nécessaire. C'est donc surtout par la comparaison des faits semblables et la recherche de leurs antécédents communs qu'on trouvera les causes véritables des faits sociaux. Venl-on, par exemple, expliquer la *gens romaine*? Il faut la comparer au *clan*, qu'on retrouve dans presque toutes les sociétés primitives. Dans la régression vers les causes, on peut aller plus ou moins loin. Tantôt on remonte jusqu'aux premières origines du fait qu'on veut expliquer: c'est ainsi que M. Durkheim explique la prohibition actuelle de l'inceste par le caractère sacré (tabou) que revêtaient les femmes du clan primitif. Tantôt on trouve plus prudent d'expliquer les faits par leurs antécédents immédiats: c'est la méthode dont M. Durkheim lui-même a donné un modèle dans son livre sur le suicide. Mais, dans les deux cas, ce qu'on entend par loi sociologique, ce n'est pas simplement une relation accidentelle entre deux faits successifs, mais un « lien intelligible » tel que l'un des faits varie en fonction de l'autre.

A quels résultats conduit cette méthode? Quelles doctrines sont exposées dans l'Année? Encore une fois, cette question est sans importance. L'Année veut montrer l'état actuel des problèmes; elle ne donne pas de solutions. L'idée qui domine, surtout dans les articles de M. Durkheim et de M. Mauss, c'est que les phénomènes d'ordre religieux sont fondamentaux: ils ont donné naissance aux institutions judiciaires (V. le chapitre sur la peine) et aux croyances morales (prohibition de l'inceste). A la conception matérialiste de l'Histoire, qui est discutée dans plusieurs sections de l'Année, on oppose, pour ainsi dire, une conception religieuse de l'Histoire. D'autres estiment que la primauté du fait religieux est aussi discutée que la primauté du fait économique, et que, si les religions ont eu une influence considérable sur les institutions et sur les mœurs, elles n'ont pas pu créer de toutes pièces l'état social primitif: des besoins d'un autre ordre existaient dès lors et suscitaient des formes sociales. Mais, quelles que soient ces divergences, elles prouvent simplement que les rédacteurs de l'Année savent que leur science, encore jeune, n'a pas le droit d'émettre des propositions aventurées, sous peine d'être indigne du nom de science.

Œuvre non d'une école mais d'esprits indépendants, l'Année sociologique, quelles que soient ses lacunes et ses imperfections, se recommande donc aux lecteurs par des caractères exclusivement scientifiques, par l'idée qu'elle se fait de la science sociale, de son objet, de sa méthode et de ses résultats.

PAUL LAPLACE.

Maître de Conférences
à la Faculté des Lettres de Rennes.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

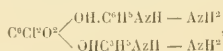
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 31 Octobre 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Le Roy communique une note sur les séries divergentes et les fonctions définies par un développement de Taylor. — MM. W. Ebert et J. Perchot font connaître une propriété particulière d'une intégrale première des équations de la dynamique à deux variables et à potentiel homogène.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Henri Becquerel a répété l'expérience de MM. Macaluso et Corbino relative à la polarisation rotatoire magnétique et à la dispersion anormale de certaines radiations lumineuses sous l'influence du champ magnétique. Il a constaté, pour le sodium, qu'autour de D₁ l'écartement des bandes est environ les trois quarts de ce qu'il est autour de D₂. En résumé, certaines vapeurs incandescentes ont, pour les radiations très voisines de celles qu'elles absorbent, un pouvoir rotatoire magnétique considérable, qui atteint 50,000 fois, 100,000 fois et peut-être plus encore, le pouvoir rotatoire des radiations éloignées des bandes d'absorption. — M. A. Leduc a déterminé la variation avec la température du rapport γ des deux chaleurs spécifiques des gaz; elle est égale environ à 1,0006 pour l'air; pour l'acide carbonique, elle est plus forte (1,028). L'auteur en tire les conséquences suivantes: 1^o le γ d'un gaz parfait diatomique a bien pour valeur 1,4; mais celui d'un gaz parfait triatomique ne saurait être 1,333; il doit être 1,267; 2^o la valeur $\gamma = 1,666$ ne caractérise nullement un gaz parfait monoatomique. — M. Onimus décrit un appareil destiné à mesurer la luminosité. Il consiste essentiellement en une boîte longue, sur le couvercle de laquelle se trouve une série de petits ronds numérotés de 1 à 24. Chacun de ces chiffres correspond à une teinte de plus en plus foncée, et celle-ci est obtenue par la superposition de 1 à 24 pellicules de colloïdion coloré très légèrement à l'aureuria; le chiffre s'inscrit lui-même sur le papier enregistreur (au ferropurstat). — M. A. Descamps, en faisant réagir la phénylhydrazine sur l'acide chloranilique en solution dans l'alcool, a obtenu un composé de formule :



crystallisant en petits prismes rhombiques bruns violacés. — MM. Em. Bourquelot et H. Hérissier ont reconnu la présence d'un ferment soluble protéo-hydrolytique dans une vingtaine de Champignons. Ainsi, les extraits de *Agarita muscaria* L. et de *Clitocybe nebularis* Batsch ont digéré la caséine extraite du lait, en formant des peptones et de la tyrosine qui ont été reconnues par diverses réactions. Le ferment soluble doit être analogue ou identique à la trypsine ou à la caséase, qui donnent les mêmes réactions vis-à-vis de la caséine.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. S. Arloing et Edouard Chantre poursuivent leurs recherches sur les propriétés physiologiques générales des nerfs du sphincter ani. Ils montrent : 1^o que les branches terminales des nerfs honteux franchissent la ligne médiane et que chaque groupe latéral tient sous sa dépendance la plus grande partie des fibres musculaires du sphincter; 2^o que la résistance aux causes capables d'altérer l'excitabilité est moins grande dans les nerfs du sphincter que dans les nerfs mixtes des membres; 3^o que l'excitabilité persiste plus longtemps dans les fibres sensibles que dans les fibres motrices des nerfs honteux. — M. Marin Molliard a étudié l'influence de la température sur la

détermination du sexe. Il a constaté que, chez le *Mercurialis annua*, la chaleur favorise la production d'individus femelles. Il suppose que la chaleur agit encore sur la détermination du sexe une fois la graine formée; cette hypothèse seule permet d'expliquer les modifications du sexe déjà décrites chez le chanvre. — M. Leclerc du Sablon a étudié les modifications qui se produisent dans les bulbes et tubercules pendant qu'ils sont à l'état de vie latente, c'est-à-dire au commencement de l'été en général. Ces modifications consistent dans la digestion des réserves par des diastases et la transformation d'une partie de l'amidon en sucre, ce qui permet aux plantes de germer pour ainsi dire spontanément à l'automne. — M. Henri Stassano, après avoir injecté du sublimé à un chien, a extrait les leucocytes du sang par centrifugation et a constaté qu'ils renferment une assez forte proportion de mercure alors que le plasma sanguin en contient peu ou point. Les leucocytes sont donc les agents exclusifs de l'absorption et du transport dans la circulation des composés mercuriels. La nature toxique de ces composés corrobore la conception du rôle protecteur des leucocytes. — M. A. Lacroix décrit les roches à axinite/ou limurites qui se trouvent au contact immédiat des granites et des calcaires paléozoïques des Hautes-Pyrénées. Ces roches sont constituées par de l'axinite violette, parfois accompagnée de pyroxène, d'amphibole, de sphène, d'épidote, de pyrrhotite, de quartz, d'orthose, d'albite, de calcite et de chlorite. L'existence de l'axinite montre, une fois de plus, l'influence des éléments minéralisateurs qui ont accompagné la venue du magma granitique. — M. St. Meunier a reproduit expérimentalement les phénomènes qu'il qualifie de *sedimentation souterraine* et qui consistent dans la constitution, au-dessous de la surface du sol, de strates parfaitement réglées, pouvant être en concordance avec les masses sous-jacentes comme avec les masses superposées, et dont l'âge, comme assises distinctes, n'est pas intermédiaire entre ceux des couches inférieure et supérieure, mais leur est postérieur. Ainsi, si l'on dispose, dans une grande éprouvette, une couche de grains de quartz, puis une couche d'un mélange intime de carbonate de chaux et de fer oxydulé, et au-dessus une couche de sable quartzeux, et qu'on laisse couler sur le tout de l'eau additionnée d'un peu d'acide chlorhydrique, celle-ci, après avoir traversé le sable quartzeux, dissout le carbonate de chaux en partie et laisse le fer oxydulé. On aura donc, après un certain temps, quatre couches : quartz en grains, carbonate de chaux et fer oxydulé mélangés et non décomposés, fer oxydulé seul, sable quartzeux. L'auteur estime que, dans la nature, un grand nombre de couches se sont ainsi formées, l'acide carbonique ayant joué le rôle d'acide chlorhydrique. — M. René Nickles a étudié la structure des terrains secondaires au sud de la Montagne-Noire et a constaté qu'ils présentent la même allure qu'à la Montagne-Noire elle-même, c'est-à-dire qu'ils sont régulièrement renversés et couchés vers le nord. Lorsque la direction générale du pli couché dévie un peu, les lambeaux sont ridés transversalement.

Séance du 7 Novembre 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Guillaume communique ses observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner de 0^m,16) pendant le premier trimestre de 1898. La surface des taches a diminué depuis le précédent trimestre; les taches ont été plus nombreuses et plus étendues au sud de l'équateur qu'au nord. Les groupes de facules ont continué à di-

minuer. — Le P. Colin rend compte des levés géodésiques, astronomiques et magnétiques qu'il a effectués à Madagascar au cours de trois missions. Il a terminé la triangulation de l'Inérina et raccordé celle-ci avec celle de Majunga. — M. de Jonquières a comparé attentivement les méthodes, en apparence dissemblables, de Lagrange et de Gauss pour la résolution en nombres entiers des équations indéterminées du second degré. Il a reconnu que les procédés dont ces grands géomètres font usage diffèrent entre eux beaucoup moins qu'il ne semble; que les mêmes quantités auxiliaires entrent dans leurs formules; que le fond et l'enchaînement des idées y sont, à peu d'exceptions près, les mêmes; qu'enfin, c'est surtout par les appellations et les notations qu'ils se distinguent l'un de l'autre. Il appuie sa démonstration de plusieurs exemples. — M. Leau communique certains résultats relatifs au cercle de convergence des séries : Le point $+1$ est le seul point singulier de la série $\sum f_n \left(\frac{1}{n}\right) z^n$ sur le cercle de convergence. Le point $+1$ est le seul point singulier de la série $\sum g_n(n) z^n$ sur le cercle de convergence. — M. J. Andrade, pour démontrer que, si le renforcement des liaisons conserve toujours un équilibre, il ne renforce pas toujours la stabilité de cet équilibre, prend comme exemple le mouvement plan de deux points matériels d'abord libres et reliés ensuite par une liaison nouvelle.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Ducretet a transmis avec succès des signaux, au moyen de la télégraphie hertzienne sans fils, entre la tour Eiffel et le Panthéon, séparés par une distance de 4 kilomètres. La transmission ne peut avoir lieu dans le sens contraire, car le voisinage de la tour métallique annule l'effet des ondes qui devraient agir sur le récepteur placé à son sommet. — M. Maurice Leblanc a appliqué le système du compoundage à un alternateur à voltage constant et à son excitatrice. Des expériences exécutées sur un tel système ont permis de conclure : 1^o que l'excitatrice s'ancre elle-même, comme une machine à courant continu, sous l'influence du magnétisme résiduel des inducteurs; 2^o que le voltage de l'alternateur demeure sensiblement constant lorsqu'on passe de la marche à vide à la marche à pleine charge; 3^o que l'alternateur, employé comme moteur synchrone, se prête parfaitement à la fourniture des courants déviés destinés à relever le cos φ d'un réseau de distribution. — M. Louis Boutan décrit un appareil qui lui a permis de faire de la photographie sous-marine instantanée à une profondeur de 3 à 4 mètres; il a pu photographier ainsi des bandes de poissons, un scaphandre, etc., sans autre lumière que celle fournie par le soleil. Avec des sources de lumière artificielles, on pourrait photographier à de plus grandes profondeurs. — M. A. Poincaré rassemble toutes les cotes barométriques relevées sur tout le méridien du passage de la Lune et construit une courbe des hauteurs barométriques sur tout ce méridien. Si la forme du profil est à peu près constante, on y trouve cependant des variations attribuables d'une part aux effets solaires, de l'autre au déplacement du méridien lunaire sur les reliefs du globe. — M. H. Moissan a constaté que le potassium, le sodium, le lithium et le calcium se combinent au gaz ammoniac, et que les ammoniums formés se défont à la pression ordinaire aux températures de $+70^{\circ}$ pour le lithium, $+20^{\circ}$ pour le calcium, -2° pour le potassium et -20° pour le sodium. Les ammoniums du lithium et du calcium prennent feu au contact de l'air, à la température ordinaire, et répondent aux formules $\text{AzH}_3^+\text{Li}^-$ et $\text{AzH}_3^+\text{Ca}^-$. Ces deux composés ne sont pas dissociables à la température et à la pression ordinaire dans le gaz ammoniac; ce sont des combinaisons stables qui se prêtent plus facilement que les ammoniums alcalins à des réactions d'addition et de substitution. — M. A. Gintz annonce qu'il poursuit des recherches analogues dont il fera connaître le résultat. — M. A. Gautier a constaté la présence constante d'hydrogène libre dans l'air de la

mer; son volume est à peu près égal à la moitié de celui de l'acide carbonique de l'air correspondant. — M. H. Copaux a étudié l'éther trichlorhydrique préparé d'après la méthode de Schiff. Il n'offre que des propriétés restreintes, par suite de son affinité pour l'eau qui interdit l'emploi des réactifs aqueux. Il possède une tendance générale à perdre les éléments de l'oxyde d'éthyle, en se transformant en borate monothylrique; il donne avec le chlore un composé substitué, dont le principal produit de saponification est l'éther trichloré. Enfin, il forme, avec les alcalis anhydres et les alcoolates alcalins, des combinaisons stables. Celle de l'éthylate de sodium, en particulier, est le premier exemple certain de la pentatomicité du bore. — M. J. Moitesier a préparé les combinaisons de la phénylhydrazine avec les chlorure et bromure de calcium, bromure et iodure de strontium, oxalate et benzoate de zinc, fluorure de zinc. On n'obtient pas de composés avec les fluorures alcalino-terreux. — M. A. Trillat indique un procédé de recherche et de dosage de la gélatine dans les gommages et les substances alimentaires, basé sur l'insolubilisation de ce corps par la formaldéhyde. La substance à analyser est dissoute dans l'eau et évaporée après addition de formaldéhyde; on reprend par l'eau; la gélatine insolubilisée est filtrée, puis pesée. — M. Gabriel Bertrand a fait agir la bactérie du sorbose sur des bouillons additionnés d'arabinose, de dextrose et de galactose. Les résultats établissent nettement que les sucres aldéhydiques, ainsi bien ceux qui renferment un oxyhydrile secondaire attaquable par la bactérie, comme l'arabinose et le dextrose, que ceux qui n'en contiennent pas, comme le galactose, subissent la même transformation chimique : le changement en acide monobasique par oxydation du groupement aldéhydique.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. S. Arloing et Edouard Chantre ont étudié les effets de la section des nerfs du sphincter ani sur le rôle, les propriétés physiologiques et anatomiques de ce muscle et sur l'organisme en général : 1^o l'élasticité des sphincters, dans le cas de la suppression pure et simple de l'innervation de ces organes, suffit à prévenir l'incontinence des fèces et de l'urine; 2^o les propriétés physiologiques et anatomiques du sphincter ani persistent très longtemps après la section bilatérale des nerfs et sont à peu près intactes onze ou douze mois après l'opération; 3^o la section unilatérale est sans influence apparente sur le rôle et les propriétés du sphincter ani. — MM. Armand Sabatier et Et. de Rouville ont étudié la genèse de quelques épithéliums et sont arrivés à la conclusion que les épithéliums ne se régénèrent pas toujours par eux-mêmes. Dans bien des cas, l'épithélium trouve un auxiliaire très actif dans le tissu conjonctif sous-jacent. Ce dernier est, en effet, le moins différencié de l'organisme, et il n'est pas étonnant qu'il continue, dans le cours de la vie, à être la matrice d'où sortent les éléments des autres tissus. — M. Pierre Fauvel a avancé récemment que les genres *Clymenides* et *Branchiomadane* devaient disparaître, ainsi que la famille des Clyménidiens, parce qu'ils ne sont que des stades post-larvaires des Arénicoles. La série des stades est la suivante : 1^o *Clymenides incertus* (Mén.) correspond à *Arenicola Vincenti*; 2^o *Clym. sulfureus* (Clp.) correspond à *A. marina*; 3^o *Clym. caudatus* (Mén.) correspond à *A. caudata*. — M. Paul Pelsener a constaté, chez des Lamellibranches adultes, l'existence d'une paire d'yeux céphaliques, formés par des fossettes à parois pigmentées remplies par un cristallin cuticulaire; ils se rencontrent également chez la larve. — M. P.-A. Dangeard a fait l'étude du groupe des Chlamydomonadines, qui établit un passage entre les Flagellés et les Chlorophytes. Il décrit la structure du noyau et son mode de division, le mode de bipartition de la cellule dans la formation des zoospores et des gamètes, le mode de réduction du nombre des chromosomes, les phénomènes de fécondation. — MM. P. Dufoq et P. Lejonne ont cherché à cultiver des organismes inférieurs dans de

Eau de mer diversement modifiée. Le bacille pyocyanique, le bacille virgule du choléra, le pneumobacille de Friedländer, le bacille de la fièvre typhoïde, *l'Ispergillus uiger*, le Muguet, *l'Actinomyces* ont donné des cultures abondantes dans un mélange contenant de l'eau de mer, de l'eau distillée, du lactate d'ammonium et du phosphate d'ammonium ou de soude. — M. W. Kilian signale divers laits nouveaux, intéressants la géologie des Alpes Dauphinoises, et qui ont été reconnus pendant l'achèvement de la feuille de Briançon de la Carte géologique de France. Ainsi, les principaux plus post-jurassiques observés dans le massif du Pelvoux se continuent jusqu'en Maurienne. Dans le Briançonnais septentrional, on a reconnu l'existence de couches non encore signalées et aussi d'un grand nombre de pointements éruptifs. — MM. André Delebecque et Et. Ritter ont déterminé la profondeur de vingt-deux lacs des Pyrénées qui n'avaient pas encore été explorés. La plupart ont une origine glaciaire.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 14 Octobre 1898.

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. Bouchacourt, associé national. — M. Ch. Perier lit le rapport sur le concours du Prix Chevrillon. — M. Rendu lit le rapport sur le concours du Prix Anbert. — MM. Lancerneau et Paulesco ont traité par des injections sous-cutanées d'une solution de gélatine plusieurs cas d'anévrisme et de simples ectasies de l'aorte, et aussi un cas d'anévrisme de l'artère sous-clavière; ils ont obtenu deux guérisons et une forte amélioration. La gélatine, en augmentant la coagulabilité du sang, provoque la formation de caillots dans la poche anévrismale qui se rétrécit et finit par se réduire à un simple canal, continuation de l'artère. Mais cette méthode ne donne aucun résultat quand il y a une simple dilatation fusiforme du vaisseau. — M. Huchard a traité un anévrisme de l'aorte par la même méthode et a obtenu la guérison. — M. Ch. Fernet, en étudiant les signes du début de la tuberculose pulmonaire chronique, a constaté qu'aux différents signes indiqués par les auteurs classiques, on peut en ajouter d'autres qui viennent contrôler et appuyer le diagnostic. Ainsi ceux que donnent l'auscultation plesthénique, puis l'existence d'une adénopathie trachéo-bronchique, enfin l'engorgement des ganglions de la base du poulmon. — M. J.-V. Laborde présente un animal qui a subi la résection préalable des sympathiques cervicaux et qui est devenu néanmoins épileptique après la résection des nerfs sciatiques. — M. le Dr Chiais lit un mémoire sur les modes de fonctionnement physique des reins.

Séance du 18 Octobre 1898.

M. Ch. Monod lit le rapport sur le concours du Prix Meynot. — M. Motet présente le rapport sur le concours du Prix Baillarger. — M. Huchard lit le rapport sur le concours du Prix Herpin (de Genève). — M. Jules Bœckel cite les observations de trois malades atteintes de tumeurs du gros intestin (tumeur tuberculeuse ou carcinome) et qu'il a traitées par la résection de la partie de l'intestin atteinte par la tumeur. Deux des malades ont parfaitement guéri; la troisième est morte, non des suites de l'opération, mais de cachexie cancéreuse. — M. J. Reboul lit un travail intitulé: « Actinomycose de l'ombilic par inoculation directe. »

Séance du 25 Octobre 1898.

M. le Président annonce le décès de M. Barrallier, correspondant national. — M. Richelot lit le rapport sur le concours du Prix Laborie. — M. H. Huchard signale un cas d'anévrisme de la crosse aortique traité par les injections de gélatine à 1 %, puis à 2 %, et terminé par la mort. Celle-ci est due à l'obstruction de la carotide gauche et à l'anémie du cerveau qui en fut la

conséquence. L'auteur conseille donc de s'en tenir à la solution à 1 %, celle à 2 % pouvant provoquer une coagulation en masse au niveau de l'origine des grosses artères. — M. Jonnesco lit un mémoire sur 23 cas de splénectomie. — MM. les Drs Mally et Péraire communiquent un travail sur le traitement général des pieds bots paralytiques (paralysie infantile), et en particulier par la greffe anastomotique musculo-tendineuse.

Séance du 31 Octobre 1898.

M. Ernest Besnier lit le rapport sur le concours du Prix Barbier. — M. Landouzy présente le rapport sur le concours du Prix Alvarenga de Pianhy. — M. J.-V. Laborde rappelle que les gélatines, en général, ne sont pas solubilisables, mais qu'elles sont simplement suspendues dans les dissolvants; il y a donc lieu de se demander comment, à la suite des injections sous-cutanées, elles pénètrent dans le système vasculaire. Une fois qu'elles y sont, leurs propriétés coagulantes peuvent se manifester en un point quelconque et donner lieu à de graves accidents. Dans le traitement des anévrismes par cette méthode, il faut donc agir avec prudence et injecter le plus près possible de la poche anévrismale. — M. A. Malherbe lit une note sur le traitement chirurgical de l'otite chronique sèche par l'évidement pétréo-mastoïdien avec tubage de l'oreille moyenne. — M. G. Berne communique une note sur un cas de constipation rebelle traitée et guérie par le massage de la région de la vésicule biliaire.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 Novembre 1898.

M. Ch.-Ed. Guillaume, parlant des anomalies de l'eau, rappelle que les expériences de M. Rowland ont, pour la première fois, mis en évidence l'existence d'un minimum de la chaleur spécifique de ce liquide au voisinage de 28°, et que les travaux de MM. Bartoni et Stracciati, à Catane, et de M. Griffiths, à Cambridge, ont confirmé ce résultat. Les thermomètres de M. Griffiths avaient été comparés aux étalons du Bureau international des Poids et Mesures; ceux de M. Rowland furent également comparés, il y a quelque temps, par l'intermédiaire de trois thermomètres envoyés en Amérique par le Bureau. Après réduction des observations, les ordonnées des courbes qui représentent la variation de la chaleur spécifique en fonction de la température, d'après M. Griffiths et M. Rowland, diffèrent d'une quantité constante; la loi de variation est la même. On voit donc toute l'importance de la fixation de l'échelle thermométrique dans les expériences de calorimétrie. M. Curie a proposé de prendre la valeur minima de la chaleur spécifique de l'eau comme unité thermique. M. Röntgen a émis l'hypothèse que l'eau, au voisinage de zéro, est une solution de glace; on explique ainsi, par cette hypothèse, le maximum de densité, l'augmentation de la fluidité avec la pression, qui tiendrait à la liquéfaction d'une partie de la glace; la diminution de la compressibilité qui accompagne l'élévation de la température; la diminution de la dilatabilité de l'eau sous l'action d'une pression croissante, qui est un fait connexe du précédent. En tenant compte de la chaleur de fusion de la glace dissoute, on expliquerait le sens, mais non la grandeur très faible (1 %) de la variation de la chaleur spécifique de l'eau. M. Guillaume préfère attribuer cette variation aux faibles quantités de chaleur mises en jeu dans l'association des molécules que M. Ramsay suppose se produire principalement dans les corps qui contiennent le groupement OH. M. Guillaume ajoute quelques mots au sujet des anomalies électriques de l'eau. Le pouvoir inducteur spécifique de l'eau, qui est voisin de 75 pour l'eau et la glace au voisinage de 0°, quand on le mesure par la méthode du condensateur, tombe à 1,7 à la température d'ébullition de l'air liquide (Dewar et Fleming). Ce fait résulterait de la grandeur de la période vibra-

toire des molécules complexes dont les liens intérieurs sont très faibles. A une question de M. L. Poincaré, M. Guillaume répond que M. Rowland déterminait le zéro de ses thermomètres par un procédé correct; une étude systématique, portant 200 observations faites sur huit thermomètres en verre dur, a montré que l'intervalle fondamental est resté sensiblement invariable pendant quinze ans. — M. P. Villard présente un interrupteur magnétique à mercure dont la *Revue* donnera la description dans la chronique de son prochain numéro. — M. Chabaud présente un matériel complet de stéréoscopie radiographique. Avec le tube à osmo-régulateur de M. Villard, que l'on peut amener et maintenir indéfiniment au degré de vide nécessaire pour obtenir les rayons les plus efficaces, et en se servant de l'interrupteur précédemment signalé, M. Chabaud a pu, à l'aide d'une bobine de petites dimensions, obtenir de très bonnes photographies dans des temps de pose aussi courts que les suivants: tête, de deux à cinq minutes; bassin d'adulte, de deux à cinq minutes; thorax d'adulte, de dix à trente secondes; genou et cuisse, trente secondes; partie la plus épaisse du pied, dix secondes; bras, de dix à quinze secondes; main, de cinq à dix secondes. Tous les appareils nécessaires ont été combinés pour permettre d'obtenir et d'examiner rapidement au stéréoscope deux épreuves prises de deux points différents. — M. Bordé présente deux lorgnettes avec application des prismes de Porro. La première, construite par Hoffmann, il y a vingt ans, sert à prendre les distances; la deuxième, construite par Huet, permet de mettre au point et de régler l'écartement des deux tubes sans avoir à craindre les défauts de centrage. On peut ajouter un verre cylindrique pour corriger l'astigmatisme oculaire. C. RAYEU.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES

W.-C. Roberts-Austen, F. R. S. : La surfusion dans les métaux et les alliages. — Les métaux ne semblent pas avoir été étudiés au point de vue de la surfusion avant 1880, époque où parut un excellent mémoire du Dr A.-D. van Riemsdijk, sur la surfusion de l'or. L'auteur y rappelait qu'en 1858 Faraday avait signalé le fait que les métaux comme les solutions peuvent être refroidis au-dessous du point de fusion sans se solidifier; que, d'autre part, Danguin et Jamain considéraient l'étain comme le seul métal capable de rester liquide à 29,5 au-dessous de son poids de fusion. Van Riemsdijk montrait ensuite le phénomène bien connu de l'éclair, c'est-à-dire l'éclair lumineux qui accompagne généralement la solidification de l'or dans l'essai de ce métal, est dû à la surfusion. Il étudiait les conditions qui favorisent ou empêchent la surfusion, mais il ne put faire aucune mesure de températures. C'est seulement en 1891, à la suite de la présentation, à la Société Royale de Londres, du pyromètre de M. Roberts-Austen, que de nouvelles recherches purent être entreprises sur ce sujet. Ce sont ces recherches que nous allons résumer.

Le pyromètre consiste en un galvanomètre relié aux fils d'une thermo-jonction; celle-ci est formée de deux fils entrelacés et recouverts d'un mince tube d'argile; elle peut être placée dans le métal ou l'alliage qui se refroidit, et la courbe du refroidissement est donnée par une tache lumineuse qui se réfléchit sur le miroir du galvanomètre et tombe de là sur une plaque sensible. Si l'on étudie, au moyen de cet appareil, le refroidissement d'un métal, on constate qu'il est toujours représenté par l'une des trois courbes suivantes. La figure 1 est relative à un métal pur; la portion horizontale *ab* indique la solidification de la masse totale, et les angles en *a* et *b* sont d'autant plus aigus que le métal est plus pur. Le premier point de solidification de la plupart des alliages (car ils en possèdent généralement plusieurs) est ordinairement sem-

blable au point *a* de la figure 1, tandis que la partie *b* est arrondie. Si l'alliage constitue un mélange isomorphe, aucun des angles n'est aigu, et, dans la plupart

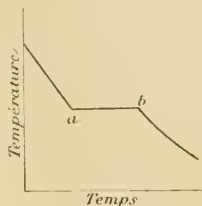


Fig. 1.

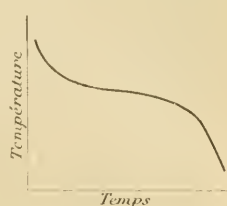


Fig. 2.

des cas, il n'y a pas de point de solidification comme le montre la figure 2. Elle est relative à un alliage d'or et d'argent, contenant 28 % d'or, lequel passe par un long état pâteux avant de se solidifier. Le troisième type de courbe, intermédiaire entre les deux autres, indique l'existence de la surfusion. Dans le cas de l'or (fig. 3), le rebroussement en *a* indique la proportion de la surfusion. La surfusion n'est pas limitée aux métaux; elle existe, très marquée, dans l'alliage eutectique bismuth-cuivre.

Pour étudier plus exactement la surfusion, il est nécessaire de rendre le galvanomètre plus sensible. Pour cela, on balance, au moyen d'un potentiomètre, le courant

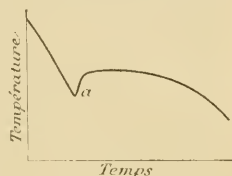


Fig. 3.

qui résulte de l'échauffement de la thermo-jonction, et on empêche ainsi le miroir d'osciller sur une trop grande longueur. La plaque photographique n'est découverte qu'au moment où se produit la surfusion. La courbe ainsi obtenue présente une dépression plus accentuée que celle de la figure 3. Pour l'or, on observe ainsi deux points de solidification avec surfusion dans les deux cas; ces deux points diffèrent de moins d'un demi-degré et le point de fusion du métal se trouve entre les deux. Pendant la surfusion, la température s'abaisse de 2° au-dessous du vrai point de solidification.

L'alliage d'antimoine avec 25 % de cuivre est celui qui offre la plus grande surfusion; sa courbe est en même temps complexe et elle doit indiquer les modifications des groupements moléculaires qui se produisent pendant la surfusion; l'alliage d'étain avec 36,3 % de plomb présente les mêmes phénomènes. La courbe de solidification de ce dernier alliage est d'un type ordinaire, représenté par la figure 4. Elle se compose de deux branches, qui se rejoignent à l'endroit où elles

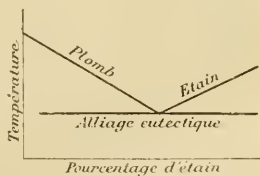


Fig. 4. — Solidification d'un alliage plomb-étain.

rencontrent la ligne de solidification de l'alliage eutectique plomb-étain; cet alliage se solidifie à une température constante (183°). Lorsque l'étain est en léger excès sur la quantité nécessaire pour constituer l'eutectique, la masse entière de l'alliage reste liquide à une température inférieure à celle de la solidification de l'eutectique. En refroidissant, on arrive à une tempé-

ture où tout le plomb ne peut plus rester en solution; une partie de celui-ci se précipite; ce phénomène est marqué par un arrêt *d* dans la chute de température, la surfusion continuant à se manifester. Lorsque celle-ci est terminée, la chaleur latente est mise en liberté et la température s'élève; mais le plomb qui avait été précipité en *d* fond de nouveau, et il se produit un nouveau point d'arrêt en *e* pendant l'élévation de température.

La figure 5 montre la façon dont se comportent une

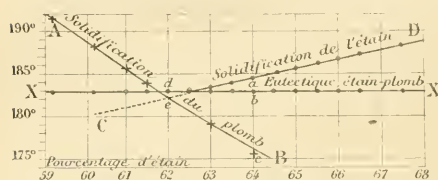


Fig. 5. — Solidification d'une série d'alliages plomb-étain.

série d'alliages de plomb et d'étain. Chaque alliage a au moins deux points de fusion; plusieurs en ont trois; un seul (celui de l'eutectique) est constant (183°). Pour l'alliage eutectique, les deux points *d* et *e* devraient coïncider (il n'en est point tout à fait ainsi sur la figure à cause du retard des mesures). Si l'on considère l'alliage à 64 % d'étain, le point de solidification initial est en *a* (185°), celui de l'eutectique en *b* (183°), et le troisième (du à la précipitation du plomb pendant que l'alliage est en surfusion) en *c* (176°). Pour observer le premier de ces trois points, il est nécessaire d'agiter l'alliage afin de prévenir la surfusion. Le dernier de ces points ne s'obtient, au contraire, qu'avec un alliage parfaitement tranquille. Dans le premier cas, on obtient *a* et *b*; dans le second *c* et *b*; il faut donc, en général, deux déterminations pour obtenir les trois points de solidification.

De ses expériences, M. Roberts-Austen conclut qu'on peut effectuer la séparation d'un métal particulier ou d'un groupe défini de métaux en y laissant tomber (pendant la surfusion de la masse fondue) un fragment de ce même métal ou du groupe de métaux associé, lequel en produirait immédiatement la solidification. Le seul inconvénient est que l'état de surfusion est particulièrement instable et peut être détruit par les plus faibles trépidations. Il s'agirait donc de trouver le moyen de maintenir les métaux et les alliages le plus longtemps possible dans la condition qu'Ostwald a qualifiée de méta-stable.

L'auteur a terminé ses études en recherchant si deux métaux, se vaporisant dans le vide à la température ordinaire, peuvent s'unir pour former des alliages. Il se sert pour cela de l'appareil représenté par la figure 6. A et B sont deux disques de métal, à surfaces polies, séparés par un anneau de verre et placés dans un tube à vide, chauffé au moyen d'un bain d'eau. Il a trouvé que, si le cadmium et l'argent sont opposés pendant huit jours à une température de 50°, un dépôt appréciable d'un alliage cadmium-argent se forme à la surface de l'argent. Les vapeurs de cadmium ont donc traversé l'espace compris entre A et B.

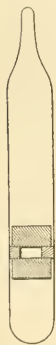


Fig. 6.

2° SCIENCES NATURELLES.

Francis Darwin, F. R. S. : Observations sur les stomates. — La méthode de l'auteur repose sur ce fait que, dans les feuilles adultes, la transpiration est plutôt stomatale que cuticulaire, de telle façon que, toutes choses étant égales d'ailleurs, la quantité de vapeur d'eau dépend du degré d'ouverture des stomates, et peut servir à le déterminer. En principe, cette méthode

est analogue à celles de Merget et de Stahl. Ces observateurs se servaient de papiers hygroscopiques imprégnés de réactifs qui changent de couleur suivant qu'ils sont secs ou humides. L'auteur, pour étudier la transpiration cuticulaire, a utilisé un hygroscopie dans lequel l'évaporation est indiquée par le déroulement d'une barbe de *Stipa pennata*; dans les recherches présentes, il se sert de rognures de corne comprimée et chauffée. Si une bande de cette corne est placée sur un corps sec, par exemple sur la surface d'une feuille qui n'est pas pourvue de stomates, elle n'est pas modifiée; mais, sur la surface stomatale, elle se recourbe fortement en arrière. Le degré de courbure peut être lu sur un cadran gradué et donner ainsi une indication numérique sur l'état d'ouverture de la stomate.

Cet instrument n'est pas très précis, mais il s'est montré extrêmement utile dans les observations comparatives. Il possède cet avantage que la corne n'est pas influencée par la transpiration cuticulaire et que ses indications dépendent par conséquent seulement de la transpiration stomatale. Notons, en outre, que, bien qu'une chute de l'index hygroscopique corresponde à un rétrécissement de l'ouverture stomatale, le zéro de l'échelle hygroscopique n'indique pas la fermeture complète de la stomate.

L'hygroscopie indique bien le rétrécissement graduel des stomates qui se produit pendant qu'une feuille arrachée se flétrit. On admet généralement que ce phénomène ne se produit pas pour les plantes marécageuses et aquatiques. Or, l'auteur a trouvé, chez plusieurs plantes aquatiques, que les stomates se ferment légèrement pendant le flétrissement, mais d'une façon moins marquée que chez les plantes terrestres. Un phénomène plus curieux, c'est qu'avant de se fermer, les stomates s'élargissent préalablement, et cela généralement au moment même où la feuille est arrachée de l'arbre. Cet effet s'observe le mieux sur les plantes à suc laiteux; il se produit le matin et jamais vers le soir. C'est une preuve de la relation entre les cellules de défense et l'épiderme voisin.

Une série d'expériences sur l'action de l'air sec et de l'air humide ont montré que les stomates se ferment toujours avant qu'aucun signe visible de flaccidité se soit manifesté dans la feuille. Dans l'air desséché par l'acide sulfurique, la fermeture est précédée par un élargissement prolongé.

Baranetzky a montré qu'une faible agitation affecte la transpiration. L'hygroscopie n'indique pas d'augmentation de la transpiration quand l'agitation est faible. Mais, quand la plante est fortement secouée, les feuilles deviennent flasques et les stomates se ferment; dans quelques cas, la fermeture est précédée d'une augmentation de la transpiration, due sans doute à l'ouverture temporaire des stomates, produite par un relâchement de la pression épidermique avant que les cellules protectrices aient perdu leur propre turgescence.

Müller avait montré que les stomates se ferment sous l'excitation électrique; l'auteur trouve qu'il en est ainsi pour une forte décharge, mais qu'une plus faible les ouvre, au contraire, en anéantissant temporairement la tension épidermique.

L'hygroscopie montre bien la façon dont se comportent les stomates vis-à-vis de la lumière. On sait que les stomates sont largement ouverts au soleil; ce qu'on sait moins, c'est qu'elles sont presque fermées pendant le jour par un temps orageux, sombre, même en été. L'effet des différences d'illumination s'observe particulièrement bien sur les feuilles qui ont des stomates des deux côtés (*Iris*, *Narcissus*, etc.). Sur les faces les plus éclairées, les stomates sont plus ouvertes que sur les côtés opposés; mais, si l'on change la plante de position par rapport à la lumière, les stomates s'accommodent rapidement à cette modification.

L'obscurité artificielle produit plus facilement la fermeture des stomates l'après-midi que le matin; inversement, l'illumination ouvre plus rapidement les sto-

mates fermées le matin que dans le reste de la journée. Ces faits semblent indiquer une certaine périodicité inhérente dans la fermeture nocturne des stomates. Si l'obscurité est prolongée pendant plusieurs jours, les stomates se rouvrent graduellement. Cette observation est un argument contre l'hypothèse que les stomates se ferment dans l'obscurité parce que, en l'absence d'assimilation, il ne se produit plus de matières osmotiques qui provoquent la turgescence des cellules protectrices. Schellenberger a cherché à soutenir cette hypothèse en montrant qu'en l'absence de CO_2 , les stomates se ferment comme si elles étaient dans l'obscurité. Or, les expériences de M. Darwin montrent, au contraire, que les stomates restent parfaitement ouvertes, même après une longue privation de CO_2 .

C'est une question controversée de savoir si la majorité des plantes closesnt ou non leurs stomates pendant la nuit. Les nombreuses observations de l'auteur le conduisent à conclure que la grande majorité des plantes terrestres ferment leurs stomates; les plantes aquatiques et les plantes dites nyctitropiques les laissent ouvertes.

Si l'on trace la courbe des indications de l'hygroscopie pendant une journée, on voit qu'elle monte dès l'apparition du jour, d'abord rapidement, puis plus lentement. Elle devient ensuite généralement horizontale, puis redescend dans l'après-midi; quelquefois, il y a une légère élévation dans la partie horizontale; une heure après le coucher du soleil, elle est revenue à zéro.

La biologie de la fermeture des stomates est un sujet discuté. L'auteur suppose que les échanges gazeux qui accompagnent l'assimilation exigent l'ouverture complète des stomates, tandis que la respiration peut avoir lieu à travers des ouvertures relativement fermées. S'il en est ainsi, les stomates peuvent donc rester presque complètement fermées toute la nuit; il en résulte une économie d'eau sans détriment pour le métabolisme.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 11 Novembre 1898.

La Société procède à la discussion du mémoire de M. A. Campbell sur les flux magnétiques dans les instruments de mesures électriques. M. Ayrton fait remarquer, en son nom et en celui de M. Mather, que, dans les instruments du type de la balance de Kelvin, où deux bobines opposées conduisent deux courants opposés, le champ se déploie autour des extrémités. M. Campbell aurait donc mieux fait de se servir d'une longue bobine de recherche, entourant l'une des bobines oscillantes. De même, il aurait été préférable de montrer expérimentalement que l'arrangement astatique des bobines de la balance de Kelvin rend l'instrument indépendant du champ terrestre. L'effet du champ terrestre est de l'ordre 0,2; de sorte qu'avec un appareil du type Weston, d'un champ de l'ordre 1.000, on a longtemps supposé que les lectures étaient indépendantes de H. Or, si l'on place un voltmètre de Weston en différents points de l'espace, dans certains cas particuliers l'erreur due à l'induction terrestre dans l'espace polaire du voltmètre peut être supérieure à 0,2, le champ terrestre étant exagéré par les pièces polaires en fer. L'erreur observée est d'environ 0,2 % dans un champ horizontal et de 0,8 % quand le champ du voltmètre est parallèle à l'induction terrestre. M. J.-H. Reeves décrit une méthode qu'il a adoptée pour mesurer l'effet des champs accidentels sur les voltmètres et ampèremètres. Appliquée aux recherches de M. Campbell, cette méthode le conduit à des résultats inférieurs. — M. A. Campbell répond que la position adoptée pour la bobine exploratrice dans la balance de Kelvin était la plus proche de la position réelle. Ses résultats, en ce qui concerne les appareils du type Weston, diffèrent de ceux de M. Ayrton; les erreurs observées ont toujours été inférieures à 0,1 %. Toutefois il se peut que le champ terrestre agisse différemment sur les divers instruments Weston, suivant le degré de saturation des aimants permanents.

— M. W.-B. Morton étudie la propagation des oscillations électriques atténuées le long de fils parallèles. M. Barton a comparé l'atténuation des ondes électriques le long des fils parallèles (déterminée expérimentalement par lui) avec la formule donnée par M. Heaviside dans sa théorie des longues onduations. L'accord est parfait pour ce qui concerne l'effet de la résistance terminale, mais il y a une grande différence au sujet de la constante d'atténuation. M. Morton recherche si ces résultats sont modifiés lorsqu'on suppose que les oscillations propagées depuis l'origine sont atténuées et que le circuit n'est pas balancé. Il trouve que : 1° la vitesse de propagation est accrue; 2° l'atténuation augmente; 3° dans le cas d'une résistance infinie entre les extrémités des fils, les ondes sont, comme précédemment, réfléchies complètement sans changement de phase. Lorsque la résistance est diminuée, l'amplitude des ondes réfléchies décroît et une différence de phase est introduite. Pour une certaine valeur de la résistance, l'amplitude réfléchie est un minimum, et la différence de phase est $\pi/2$; si la résistance est 0, il y a réflexion complète, avec différence de phase π ; les ondes sont renversées. Il en résulte que le facteur de réflexion pour l'amplitude *semble* varier continuellement de $+1$ à -1 sans passer par 0. Si l'on se reporte aux résultats de M. Barton, on en déduit que les corrections à apporter à la théorie simple sont faibles; ainsi, dans le cas, actuel, l'atténuation peut être éliminée et le circuit considéré comme sans distorsion. M. Oliver Heaviside expose mathématiquement la relation entre le cas étudié par M. Morton, d'une suite d'ondes provenant d'une source atténuée et le cas type d'une source non atténuée. La cause du fait que le coefficient d'atténuation est deux fois plus grand dans les expériences de M. Barton que lorsque la résistance est calculée par la formule de lord Rayleigh, provient d'un manque de correspondance entre les conditions expérimentales et la théorie.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Septembre 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H.-G. van de Sande Bakhuysen : Nécrologie de G.-F.-W. Bachr, de 1864 à 1883, professeur de mathématiques à l'Ecole polytechnique de Delft. — M. J. Cardinal présente, au nom de M. K. Bes, un mémoire intitulé : Théorie générale de l'élimination, d'après la méthode Bezout, suivant un nouveau procédé. Sont nommés rapporteurs : MM. Cardinaal et W. Kapteyn.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Bakhuis Roozeboom fait connaître les résultats d'une étude théorique : 1° des phénomènes qui accompagnent la congélation de deux substances en cas que les cristaux formés soient des cristaux mixtes, et 2° des variations que peut subir le mélange solide, si les deux parties composantes se changent en d'autres modifications durant le refroidissement. — M. H. Haga communique, au nom de M. C.-H. Wind, que l'illusion optique signalée dans la séance du 28 mai (*Revue générale*, t. IX, p. 631, 632), figure en presque tous les détails dans un mémoire de M. E. Mach (*Wiener Sitzungsberichte*, 1866 et 1868).

3° SCIENCES NATURELLES. — M. H.-G. van de Sande Bakhuysen : Nécrologie de M. F.-H. Suringar, de 1837 à 1898, professeur de botanique à l'Université de Leyde. — Rapport de MM. J.-M. van Bemmelen et Th.-H. Behrens, sur la communication de M. J.-L.-C. Schroeder van der Kolk : Contribution à la construction de cartes des terrains sablonneux des Pays-Bas.

P.-H. SCHOUTE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 7 Juillet 1898 (suite).

SCIENCES NATURELLES. — M. H. Molisch a étudié la préparation de l'indigo à Java. Il a reconnu que les feuilles d'*Indigofera* meurent après un séjour de six à

huit heures dans les bassins de fermentation, mais qu'elles ont déjà cédé la plus grande partie de leur indican; ce fait est dû au manque d'oxygène. La transformation de l'indican en bleu d'indigo peut avoir lieu sous l'influence de nombreux bacilles ou de champignons; toutefois, à Java, ces derniers ne jouent aucun rôle; la transformation est purement chimique. L'auteur a étudié ensuite la formation de l'indican dans la plante et a reconnu qu'un certain nombre de nouvelles espèces pourraient servir à la fabrication de l'indigo. — M. F. Vierhapper montre que la section des *Burhultum*, créée par Williams dans le genre *Dianthus*, n'est pas naturelle et doit être abandonnée. Il crée, par contre, une sous-section de ce genre, qu'il nomme *Alpinii*, et qui comprend les *Dianthus* alpins et arctiques. — M. A. Nestler a constaté que le phénomène d'orientation du noyau et du protoplasma qui se manifeste lorsqu'on déchire un organe est général dans tout le règne végétal. Quelques heures après la blessure, le noyau et le protoplasma s'approchent et s'accroient même à la paroi cellulaire qui est située du côté de la déchirure. Ils reviennent à leur position normale au bout de cinq à six jours. Ce déplacement, que Tangl qualifie de traumatropie, paraît être un mouvement d'excitation qui est lié au protoplasma vivant. Cette excitation se transmet jusqu'à 0,5 ou 0,7 millimètres de la blessure; l'orientation ne se produit pas dans les cellules mêmes qui ont été déchirées.

Séance du 14 Juillet 1898.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. Hillebrand a réuni toutes les observations de la comète périodique de Winnecke qui ont été faites en 1892 et s'en est servi pour en calculer à nouveau les éléments.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Jos. von Geitler étudie les systèmes d'excitateurs de Hertz. Il montre qu'un système de n excitateurs simples de Hertz, s'influençant mutuellement, peut produire au plus n vibrations fondamentales différentes entre elles et différenciant des n oscillations propres des n excitateurs simples supposés libres. L'auteur vérifie sa théorie pour le cas d'un système de Lecher où $n = 2$; les longueurs d'onde calculées concordent avec l'observation. — M. L. Mach indique quelques améliorations à apporter aux appareils à interférence. — M. Zd. H. Skrapa a constaté que, dans beaucoup de cas, une quantité minime d'acide sulfurique ($1/1000$ %) facilite considérablement l'acétylation. — M. V. Cordier von Lowenhaupt a observé qu'en décomposant l'hydrobromocinchonine par la potasse, le nitrate d'argent et l'eau, on obtient différentes bases, dont deux : la tautocinchonine et l'acinchonine diffèrent des isomères aujourd'hui connus de la cinchonine. — M. Ferd. Henrich, par l'action du chlorure de benzoyle, de l'anhydride acétique et de l'acide formique sur l'amidoorcine, a obtenu respectivement la tribenzoyl-, la triacétyl- et la monoformylamidoorcine, qui, par distillation sèche, se transforment en p -oxy- o -toluoxazol et en ses dérivés. Le p -phényl- o -toluoxazol est très fluorescent en solution alcaline, son homologue inférieur, le p -phényl- p -oxybenzoxazol, qui a été préparé aussi par l'auteur, est également fluorescent. — MM. Guido Goldschmidt et Gustav Knöpfer, par condensation de la phényllactone avec la benzaldéhyde sous l'influence du gaz chlorhydrique, et après séparation de ce dernier, ont obtenu la 1, 2, 3, 4-tétrahydro-(1)-phényl-3-naphlénone (1, qui donne à son tour une cétone chlorée de formule : $C_{15}H_9Cl_2CO$). — M. A. Hamburger a préparé les deux produits de condensation de l'acide phthalaldéhydrique avec l'acétone. Le même acide donne, avec la phényllactone, la phthalidiméthylphénylécétone. L'hydroxylamine réagit sur cette dernière pour donner l' α -carboxylphényl- γ -phénylisooxazoline; la phénylhydrazine forme avec elle trois dérivés. — M. Hans Krcmar a distillé la phthalide avec de la chaux et a obtenu comme produit principal du benzol et comme produit secondaire de l'anthracène. — MM. Ad. Franke et L. Kohn

ont procédé à une revision soignée des indications données jusqu'à aujourd'hui sur les produits de condensation de l'aldéhyde isobutyrique sous l'influence des alcalis. Ils ont constaté que plusieurs dérivés décrits par des expérimentateurs ne proviennent pas de la condensation de l'aldéhyde pure, mais simplement des impuretés qu'elle contient souvent, en particulier de l'acétone. C'est ainsi que l'aldéhyde non saturée $C^4H^7O^2$ ou C^4H^9O décrite par divers auteurs est de l'isobutyldiacétone. — MM. L. Kohn et V. Kulisch ont cherché à déterminer la composition de la strophantidine et de la strophantidine, qui s'en sépare sous l'influence des acides. Ils sont arrivés aux formules $C^8H^{10}O^{13}$ et $C^8H^{10}O^9$, qui diffèrent de celles admises autrefois par Feist. Mais les combinaisons qu'ils ont obtenues diffèrent également de celles de Feist. — M. Ad. Lieben, en distillant de l'herbe ou des feuilles d'arbre avec de l'eau acidulée, a recueilli de l'alcool méthylique, de l'acide formique et de l'acide acétique. L'acide formique provient vraisemblablement de la décomposition des hydrates de carbone; les deux autres corps, par contre, sont des parties constituantes des plantes. — J. Herzig est parvenu à expliquer la marche de la condensation de l'acide acétique avec la phloroglucine, au moyen d'une série de déterminations de l'acétyl par la méthode de Wenzel. — M. E. Murmann décrit une nouvelle forme de creuset très pratique pour les déterminations quantitatives des sulfures et des métaux. — M. E. Murmann décrit une nouvelle méthode de dosage du zinc et du manganèse à l'état de sulfure, destinée à remédier aux inexactitudes de l'ancienne méthode, inexactitudes dues à la filtration incomplète des précipités. Avant la précipitation par l'acide sulfhydrylique, on ajoute un peu de chlorure de mercure; le précipité complet est assemblé dans un creuset spécial et on chauffe dans un courant d'acide carbonique jusqu'à ce que tout le mercure ait disparu. — M. Julius Stoklasa a déterminé quantitativement la quantité de furfuroides ramenée en pentosane qui se trouve dans différentes bactéries, algues, lichens et mousses, et plantes supérieures, et qui passe ensuite dans le sol. Les furfuroides doivent être considérés comme un substratum nutritif de la classe des hydrates de carbone pour certaines bactéries.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Julius Tandler communique un mémoire sur l'anatomie comparée des artères de la tête chez les Mammifères. L'artère *carotis interna* commence à se développer chez tous les Mammifères, mais chez quelques-uns elle s'oblitére de telle façon qu'on n'en trouve même plus le rudiment chez l'animal adulte. Le *circulus arteriosus* est clos chez tous les Mammifères; il est établi au moyen de la carotide interne; ou des artères vertébrales, ou de la carotide externe. L'artère *stapedia* se rencontre chez tous les Mammifères; chez beaucoup, elle persiste pendant toute la vie; chez d'autres, elle est rudimentaire ou même embryonnaire. — M. F. Steindachner décrit quelques nouvelles espèces de Poissons, trouvées dans la mer Rouge : *Lepidotrigla bispinosa*, *Egula Klunzingeri*, *Labrichthys caudovittatus* et *Torpedo Suessii*. — M. Th. Adensamer décrit les Décapodes trouvés dans cinq expéditions de sondages dans la Méditerranée. Sur 54 espèces, 51 étaient déjà connues dans la Méditerranée, 3 appartiennent à la faune de l'Atlantique et une est nouvelle : l'*Aristeromorpha mediterranea*. — M. E. Zuckerkandl a étudié l'anatomie du *Chromys malagascariensis*. Cet animal se distingue par la haute différenciation des muscles du larynx, la structure rudimentaire de la carotide interne et la persistance de l'artère *stapedia*, l'ouverture de la *Fossa Styli*, la bonne formation des organes de Jacobson, etc. — M. K. Linsbauer communique une contribution à l'anatomie comparée de quelques Lycopodes des tropiques.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

Emploi des courants induits d'ordre supérieur pour exciter les tubes producteurs de rayons X. — L'emploi des décharges disruptives comme générateur de courants d'induction — dont la théorie complète est établie dans mon mémoire en cours de préparation, et s'appuie sur les travaux de Matteucci, Riess, Verdet, de M. Mascart, qui m'ont guidé dans toutes mes recherches en électricité — m'ayant montré la différence d'action des deux éléments : *tension* et *débit*, de l'étincelle induite employée sur les tubes à vide; d'autre part, les propriétés de l'étincelle d'induction *entre un conducteur et la terre* m'ayant permis de saisir les liens existant entre tous ces éléments, je me suis proposé d'étudier l'action de courants induits d'ordre supérieur, sur un même tube à vide de Crookes avec pôle à la terre.

Mes recherches furent heureusement couronnées de succès; les résultats acquis avec la bobine de 16 à 18 centimètres que j'emploie, contrôlés par mes expériences avec le Dr Bouchacourt, ont été vérifiés par nous et avec le concours du Dr Foveau de Courmelles; en employant sa bobine de 0^m,50 actionnée par le secteur à 110 volts, MM. Branly, Villard, Chabaud, de Rochas, Londe, Guichard, Balthazar, ont ensemble ou séparément suivi la reproduction de ces phénomènes. Voici les faits :

La bobine fonctionnant avec mon régulateur de résistance, on met un tube à vide au degré dit de Geissler — blanc laiteux, ne donnant pas trace de fluorescence à l'écran au platino-cyanure de baryum — en connexion sur le circuit par les fils et le serrage habituel.

Depuis une étincelle à peine visible jusqu'à celle maximum de 9 centimètres, le tube est blanc laiteux : *pas trace de rayons X*.

On intercale une cascade entre les pointes des fils sectionnés; le résultat est sensiblement le même.

On remplace la cascade entre pointe par une étincelle disruptive, et on constate qu'avec la tension du courant induit du second ordre ainsi obtenu, de débit faible et de durée plus courte que celui de premier ordre qui lui a donné naissance, le tube passe successivement et d'une manière continue par tous les degrés de produc-

tion des rayons X, depuis la simple silhouette des doigts, l'apparition des os, jusqu'à la dissection parfaite du carpe et de l'avant-bras.

En reproduisant le phénomène en sens inverse, on revient progressivement à l'extinction complète de l'écran. Les expériences sur sujet vivant des 2 et 9 novembre ont été faites avec un tube Anselme (premier dispositif de M. Bouchacourt) et un tube Chabaud muni du régulateur Villard à lame de palladium, tous deux détériorés par l'usage antérieur. Comme l'ont constaté MM. Villard et Chabaud le 9 novembre, ces tubes, armés par le montage Rémond et excités par un courant induit du second ordre, ont donné de bons résultats au fluoroscope, alors qu'ils ne donnent pas de rayons X avec l'ancien montage et les connexions habituelles.

Quand on met le tube entre les conducteurs et qu'on tente de reproduire ces expériences, on ne constate aucun changement appréciable; cela résulte, du moins, tant des nombreux essais que j'ai faits personnellement que des recherches de contrôle effectuées avec le Dr Bouchacourt à plusieurs reprises.

En théorie, la conclusion de ces faits est la suivante : il semble que la production des rayons X, dans un tube à vide donné, est *peu liée au degré du vide* ; quand l'un des pôles est mis à la terre, elle dépend surtout de la tension du courant induit auquel on soumet directement l'ampoule. Des courants induits de second et de troisième ordre sont préférables pour actionner les tubes à vide, dont l'état, à ce point de vue, semble assez indifférent dans des limites étendues.

En pratique, ces phénomènes, liés à d'autres que nous étudions et généralisons en ce moment, nous ont amené à des règles précises pour la construction et le montage électrique des ampoules fonctionnant avec un pôle à la terre, sans craindre la détérioration rapide indiquée plus haut, et dont la cause nous est parfaitement connue.

D'autre part, l'étude que nous avons faite des courants induits du second et du troisième ordre, nous a conduit à ceci : la fréquence des interruptions du primaire est un facteur important, qui peut abaisser d'un degré l'ordre du courant d'induction nécessaire pour faire produire des rayons X à un tube à vide *insuffisant* avec pôle à la terre; bien plus, on peut obtenir une

fixité de la fluorescence identique à celle tant de fois constatée avec les machines Wimshurst sans secteur.

J'ai, en effet, entrepris une série de recherches dont voici les résultats : la fixité de la fluorescence des tubes à vide de Crookes est liée à la nature de la décharge disruptive produisant le courant d'induction qui excite directement l'ampoule.

Cette décharge n'est pas la même dans les quatre types de générateurs que j'ai employés successivement.

1^{re} Machine Carré, sans collecteur ni condensateur (Dr Boudet, de Paris);

2^o Machine Wimshurst, à secteurs métalliques;

3^o Machine Wimshurst, sans secteur, type Bouctti;

4^o Bobine d'induction, construite par Guénet, actionnée par divers interrupteurs.

La première donne une étincelle blanche, plus ou moins fréquente selon le débit et la surface du conducteur allant à la décharge; en général elle tremble; les rayons obtenus sont puissants, pénétrants à intensité convenable.

La seconde donne comme décharge un mélange d'étincelles petites et blanches et d'aigrettes violettes continues.

On observe en général des éclipses de lumière qui ne donnent la fixité que par intervalles séparés, souvent des inversions.

La troisième, dont la décharge est composée exclusivement d'aigrettes absolument continues et très régulières entre les boules, donne une fixité parfaite.

Les rayons sont moins pénétrants, pour une production donnée; la fixité de l'image fluoroscopique est le caractère dominant de ce dernier générateur.

Actionnée avec des interrupteurs divers, avec décharges excitées tantôt entre conducteurs, tantôt entre ceux-ci et la terre, la bobine d'induction m'a donné toutes les variétés d'étincelles, sans que, néanmoins, j'aie pu faire croître au delà d'une certaine limite la quantité d'aigrettes mélangées au trait blanc. Guidé, en effet, par les propriétés que je viens de rappeler des diverses machines statiques, je cherchais à obtenir surtout des aigrettes et à supprimer le trait blanc dans les décharges.

J'obtiens bien ce résultat, comme je l'ai dit plus haut, en augmentant l'ordre du courant induit, mais l'intensité baisse rapidement.

J'en étais là quand, le 30 octobre, en répétant diverses expériences de télégraphie sans fil avec M. Branly; mon attention fut appelée sur les aigrettes bien nettes, presque identiques à celle de la machine Wimshurst sans secteur, que donne la bobine excitant le transmetteur qu'emploie M. Branly.

C'est une bobine de Carpentier munie d'un interrupteur Marcel Déprez, actionnée par huit accumulateurs. Je vais entreprendre une série de recherches dans cette voie, et tout me porte à croire que les courants induits du second ordre produits par ces aigrettes me donneront la fixité de la machine statique, mais avec la puissance des appareils d'induction dynamique, et leur indépendance complète de l'état atmosphérique.

A. Rémond,

Ingenieur civil,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

§ 2. — Analyse minérale

Etude des combustibles minéraux par les rayons X. — M. Courriol vient de faire, aux membres du groupe parisien de la Société de l'Industrie minérale, la communication d'une méthode fort ingénieuse pour procéder rapidement à l'examen d'un combustible minéral quel qu'il soit : bois, tourbe, lignite, houille, anthracite, charbon de bois, coke, graphite, et apprécier son degré de pureté en carbone, ce qui peut avoir un gros intérêt surtout en industrie. Une fois de plus, les rayons X sont mis à contribution.

Tout le monde sait que ces rayons traversent le diamant, qui n'est autre chose que du carbone pur, ainsi que le bois, qui contient environ 50 % de carbone, alors qu'ils sont arrêtés par les matières terreuses, les silicates, les pyrites, etc. C'est, du reste, cette propriété qui permet de distinguer le diamant vrai du strass. Il était donc naturel que toutes les substances qui, par leur teneur en carbone, sont intermédiaires entre le diamant et le bois, et forment, par conséquent, la série complète des combustibles minéraux, soient traversées par les rayons X à moins qu'elles ne contiennent des impuretés, et que les proportions plus ou moins fortes de ces impuretés, ainsi que leurs diversités d'origine, soient indiquées par des différences de teintes, plus ou moins prononcées, obtenues sur écran recouvert de platino-cyanure de baryum.

Un grand nombre d'échantillons ont été examinés aux rayons X : du bois, de la houille plus ou moins barée, de la tourbe nécessairement très impure, du lignite, de l'anthracite, de l'ozokérite, du charbon de bois, du coke, des briquettes, du charbon de Paris, des boulets Benoit; les différences de pénétration furent appréciées avec beaucoup de netteté : les pyrites notamment se dévoilèrent sous forme de taches noires très caractéristiques; enfin, à un autre point de vue, la répartition des impuretés dans les agglomérés permit de se rendre compte du soin apporté dans le broyage et le mélange des menus.

Pour connaître la composition moyenne d'un combustible, il faut broyer finement la prise et, après un mélange des plus intimes, enfermer une certaine quantité de la poudre ainsi obtenue dans une boîte à faces parallèles en bois, dont les parois n'ont par conséquent aucune influence sur le résultat de l'expérience. Dans ces conditions, la teinte des rayons X reçus sur l'écran après passage au travers de la boîte, sera d'autant plus claire que le combustible sera plus pur. M. Courriol mesure la valeur de cette teinte en se basant sur la perméabilité relative de certains métaux et, en particulier, de l'aluminium : Si l'on expose aux rayons X des lames plus ou moins épaisses d'aluminium, on remarque qu'il faut une certaine épaisseur de métal pour arrêter complètement les rayons, de sorte qu'un prisme, dont l'épaisseur varie progressivement depuis l'arête où elle est nulle, laisse apparaître toute

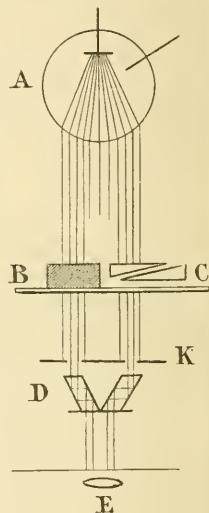


Fig. 1. — Analyse des combustibles minéraux par les rayons X. — A, ampoule; B, combustible à analyser; C, prismes en aluminium; K, écran; D, prismes doubles à réfraction totale; E, oculaire.

¹ Le 9 novembre, le Dr Foveau de Courmelles et MM. Villard et Chabaud actionnèrent la bobine Radiguet du Dr Foveau de Courmelles, au moyen du secteur, en employant l'interrupteur présenté récemment à la Société de Physique par M. Villard. Les tubes-sonde Rémond excités par ces appareils donnèrent une grande fixité.

Le 10 novembre, M. G. Gailla, son ingénieur et moi, reprîmes les mêmes expériences au laboratoire personnel de M. Gailla, et les résultats indiqués ci-dessus furent de tous points confirmés. Nous constatâmes également que mon système de montage électrique, à demi-circuit à la terre, donne un rendement meilleur que le circuit entier entre pôles (tub. Chabaud-Villard à anode en forme de coupe, régulatrice à osmose).

la gamme des teintes depuis 0 jusqu'au noir. En plaçant l'une contre l'autre les faces obliques de deux prismes identiques et les faisant mouvoir de quantités variables, l'un par rapport à l'autre, on obtient une lame d'aluminium à faces parallèles et à épaisseur variable qu'il est facile de mesurer. Il suffit, dès lors, de disposer, devant l'ampoule de Crookes A et sur une même ligne horizontale, la boîte en bois B contenant l'échantillon à analyser et l'éclalon de teinte formé par les deux prismes en aluminium C dont nous venons de parler, et d'observer les deux plages de l'autre côté de l'écran K, à l'aide d'un petit instrument fort simple composé d'un oculaire E et de deux prismes doubles à réflexion totale placés symétriquement D, qui rapprochent les deux images et en facilitent la comparaison. Les graduations portées par les prismes d'aluminium permettent une approximation très suffisante des résultats cherchés.

En terminant, M. Courriot a indiqué un moyen de contrôle qui consiste à introduire le combustible en poudre dans une boîte en bois prismatique, dont la tranche verticale serait enduite de platino-cyanure de baryum. Pendant l'exposition aux rayons X, on pourrait y tracer la ligne à partir de laquelle ceux-ci ne traversent plus la couche et mesurer la hauteur de cette ligne au-dessus d'une origine quelconque, car elle est une fonction de l'importance des matières étrangères au carbone contenues par le combustible en essai.

Emile Demenge,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

§ 3. — Hygiène publique

L'application à l'équarrissage du procédé de M. Aimé Girard pour la destruction des cadavres d'animaux. — On sait qu'en 1883 M. Aimé Girard a fait connaître un procédé applicable à la destruction des cadavres d'animaux morts de maladie contagieuse, et, d'une façon plus générale, à celle des matières animales impropres à la consommation (viandes saisis, déchets d'abattoirs et de boucheries, etc.). Ce procédé consiste à dissoudre ces matières par l'acide sulfurique froid, et à utiliser la dissolution sulfurique azotée, débarrassée de la matière grasse qui la surnage, à la fabrication du superphosphate.

Depuis lors, ce procédé a été monté industriellement dans plusieurs clos d'équarrissages et fabriques d'engrais, notamment à Roanne, Genève, Marseille, Grignol, etc. M. L. Lindet vient de communiquer à la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* des renseignements fort intéressants concernant ces diverses installations. Nous en extrayons ceux qui concernent l'établissement de Genève, qui fonctionne régulièrement depuis quatre ans.

Dans le canton de Genève, les règlements de police interdisent d'enfouir les cadavres d'animaux, même quand la mort de ceux-ci a été accidentelle; ils appartiennent de droit à l'équarrissage (valet de ville), ainsi que les déchets d'abattoir, les viandes avariées. L'établissement a traité 70.000 à 80.000 kilos de viande par année, et, pour 100 kilos de viande, a eu besoin de 80 kilos d'acide à 66° B. et de 170 kilos de phosphate, provenant de Bellegarde (Ain).

Les viandes à traiter, jusqu'à concurrence de 1.300 kilos, sont introduites dans une cuve en sapin, doublée d'une feuille de plomb de 3 millimètres. Au bout de vingt-quatre heures en été, la viande est complètement dissoute; l'opération est plus longue en hiver. L'acide sulfurique animalisé, après avoir été débarrassé de la graisse surnagante, est extrait de la cuve au moyen d'un siphon et envoyé à l'atelier de superphosphate. L'attaque du phosphate par l'acide a lieu dans une cuvette en ciment Portlande tablée au-dessous du niveau

du sol. La quantité d'azote ainsi introduite dans les superphosphates représente de 1 à 1,2 %.

Dans ces conditions, on peut considérer l'application du procédé de M. Aimé Girard comme devenue industriellement pratique. L'utilisation agricole des cadavres des animaux, le bénéfice de la fabrication, la propreté du travail, l'absence d'odeur dégagée, d'eaux à évacuer, l'innocuité microbiologique des produits fabriqués sont autant de considérations qui doivent fixer l'attention des industriels et des municipalités.

§ 4. — Géographie et Colonisation

Le Baguirmi et l'incursion de Rabah. — La remarquable exploration accomplie par M. Gentil, du Congo au lac Tchad, par le Chari, a eu pour résultat de placer le Baguirmi sous notre protectorat et de nous permettre d'obtenir de l'Angleterre, par la convention du 14 juin 1898, la reconnaissance de nos droits sur les rives nord et est du lac Tchad. On vient d'apprendre, malheureusement, par une lettre de l'explorateur honnête de Mézières, datée de Bangui, 13 août, que, depuis le départ de M. Gentil, le sultan du Baguirmi, Gao-rang, a été chassé de sa capitale par le fameux conquérant soudanais Rabah. Au moment où la situation s'améliorait pour nous dans l'Afrique occidentale et au Soudan par suite de la capture de Samory, et, plus récemment encore, par la défaite et la mort, aux environs de Tombouctou, du chef intraitable des Kel-Antassar, N'Gouna, allons-nous maintenant avoir maille à partir avec les bandes de Rabah?

Le Baguirmi (fig. 1, p. 880) est à peu près limité au nord par le Ouadai, l'extrémité méridionale du Kanem et la partie orientale du lac Tchad; à l'ouest et au sud, par le cours du Logone, affluent du Chari; à l'est, par le Ouadai et par les régions peu connues qui s'étendent au nord des possessions françaises du Haut-Oubangui.

Ce pays, jadis appelé Bergama par le géographe arabe Edrisi, a été visité en 1823 par Denham, en 1852 par Barth, en 1872 par Nachtigal, en 1881 par Matteucci et Massari. Maître ne put pénétrer jusqu'au Baguirmi, mais il en a étudié quelques tribus méridionales. En 1894-1895, M. Clozel, parti de la Sangha, s'est avancé jusqu'au Ouom, branche du Logone, mais sans pénétrer dans le Baguirmi. Enfin, M. Gentil, ayant transporté le vapeur *Leon-Blot* du bassin du Congo dans celui du Chari, arriva au Baguirmi en septembre 1897, traversa tout ce pays, et alla faire flotter pour la première fois, sur le lac Tchad, les couleurs françaises.

Le Baguirmi forme une plaine légèrement inclinée vers le nord-ouest; la grande artère fluviale est le Chari, qui le traverse du sud-est au nord-ouest et va se déverser dans le lac Tchad. Le Chari, qui a été regardé longtemps comme un prolongement de la rivière Ouelle, n'appartient donc pas au bassin du Congo; il est formé de la réunion, au sud-est du pays des Saras, du Ba-Mingui ou Bahr-el-Abiad, qui vient du Dar-Fertit, et du Gribingui, qui vient du sud-est. C'est en amont de ce confluent que le Chari entre dans le territoire baguirmien.

La faible déclivité du terrain est cause que le Baguirmi, surtout dans sa partie méridionale, est souvent recouvert de marécages. « Ce sont, disait Maître, tantôt des parties boueuses couvertes d'herbes, tantôt de petites flaques d'eau où pousse le riz sauvage. »

Aux approches du lac Tchad, le Chari forme un véritable delta. Au delà du confluent du Logone, il se divise en plusieurs branches et bientôt le fleuve n'est qu'une série de canaux entourant des îles nombreuses.

La végétation varie suivant que le sol est plus ou moins arrosé, plus ou moins incliné. Parmi les arbres de cette région, il faut citer le palmier nain, le tamarisier, le cotonnier, l'arbre à beurre. On cultive le sorgho, le maïs, le riz, le sésame, les arachides, l'indigo.

Pays extrêmement fertile, le Baguirmi est habité par des populations qui se font remarquer par leur intelligence et leur esprit industriels. Malheureusement, les

¹ Bulletin de novembre 1898, page 1481 et suiv.

sanglantes incursions des Ouadai ont considérablement entravé le développement de ce pays. Les invasions de Rabah sont venues ensuite y apporter la ruine et la désolation.

Rabah est un noir musulman; il a été d'abord l'esclave du fameux Ziber-Rahama, qui s'était établi en maître au Bahr-el Ghazal. Celui-ci l'affranchit, en fit l'un de ses soldats et, bientôt, l'un de ses lieutenants. Rabah aida beaucoup son ancien maître dans ses conquêtes vers 1870, et lorsque Ziber fut appelé au Caire où, d'ailleurs, on le retint, Rabah fut de ceux qui restèrent fidèles à Suleyman, son fils. Pendant plus de trois ans, il parut se soumettre, mais il organisait la révolte.

Lorsque Gessi-Pacha eut vaincu Suleyman, Rabah refusa de se rendre; ayant échappé à la poursuite, il erra d'abord dans l'ouest et le nord-ouest du Dar-Four. Après avoir menacé longtemps le Bornou, il obtint du sultan, vers 1886, quelques districts au nord du Dar-Four et du Kordofan. En 1884, il ne voulut pas reconnaître l'autorité du mahdi et se retira, au sud-ouest du Dar-Four, dans le Dar-Rouna, dont il devint maître en 1887. Il ne prit pas part davantage à la coalition qui se forma contre les Berviches. Vers 1890, profitant du recul de l'invasion mahdiste, il pénétra dans le Dar-Fertit, mais il n'y demeura pas.

C'est à Rabah qu'il faut imputer le meurtre de Crampel, en avril 1891. Notre compatriote a été assassiné à El-Kouti, sur le territoire du chef Snoussi, mais, comme l'a déclaré à M. Gentil le sultan du Baguirmi, c'est Rabah qui l'a fait tuer par son lieutenant Hassan.

Dès 1891, les gens de Rabah s'étaient répandus jusqu'au sud du Baguirmi et sur la rive du Haut-Chari. En 1893, il se crut assez fort pour engager la lutte contre le sultan du Baguirmi. Il assiégea pendant cinq mois Maïnia, où s'était fortifié le sultan Gaourang. Le sultan d'Oudai, Youcef, se porta au secours de Gaourang; mais Rabah mit en pièces l'armée du Ouadai. Gaourang fit alors une sortie désespérée et put regagner Massénia, sa capitale.

Rabah se dirigea alors vers le Bornou. Il s'allia alors

avec Ayatou, fils révolté du sultan de Sokoto et, avec son aide, il infligea au cheikh du Bornou, Hachem, deux sanglantes défaites, en 1893. Il incendia Kouka et établit sa capitale à Dikoa, à proximité du lac Tchad, mais il eut encore à soutenir quelque temps une guerre d'escarmouches contre Ba-Kiari, neveu et successeur d'Hachem.

Tranquille du côté du Baguirmi, il envoya son fils, Fadel-Allah, attaquer le pays de Zinder, situé au nord du Bornou, dans la sphère d'influence que les conventions anglo-françaises du 3 août 1890 et du 14 juin 1898

ont reconnue à la France. La peur qu'inspire Rabah dans ces régions est telle qu'elle n'a pas été étrangère, paraît-il, au massacre de la mission Cazemajou survenu le 5 mai 1898; les indigènes craignaient, a-t-on dit, que la mission ne fût venue pour aider Rabah.

Lorsque M. Gentil descendit le Chari, il trouva les garnisons de Rabah à Kousouri, au confluent du Logone, et plus loin à Goufey. A l'arrivée de la mission, ces garnisons se retirèrent, pensant sans doute qu'elle venait là pour tirer vengeance du meurtre de Crampel. Les populations accueillirent M. Gentil et ses compagnons comme des libérateurs.

Mais à peine la mission Gentil était-elle revenue à Massénia, que les troupes de Rabah se réinstallèrent

à Goufey et à Kousouri où elles se livrèrent à des représailles sur les habitants. Cependant, lorsque M. Gentil quitta Massénia, le 21 novembre 1897, la région était en paix. Mais Rabah aura voulu attendre que la mission française fût suffisamment éloignée pour punir le sultan Gaourang de son amitié pour nous. Les habitants des villes de Logone, Goufey et Kousouri, qui avaient fait bon accueil au vapeur, ont été massacrés. Gaourang a été chassé de sa capitale dont il a lui-même ordonné l'incendie, et il a été camper à Cza, sur la rive gauche du Ba-Bouso. On désigne de ce nom la branche principale du Chari, dans la partie de son cours où elle se divise en deux bras formant une grande île de plus de 300 kilomètres de longueur.

Gustave Regelsperger.



Fig. 1. — Carte du bassin du Chari.

LES RÉSULTATS DU VOYAGE D'ÉTUDE DE LA REVUE EN GRÈCE, AU MONT ATHOS ET A CONSTANTINOPLE

(CROISIÈRES DU SÉNÉGAL ET DE L'ORÉNOQUE EN AVRIL 1898,¹)

PREMIÈRE PARTIE : GRÈCE

Il ne saurait entrer dans les desseins de la *Revue* de publier en ses colonnes le récit détaillé de ses croisières. Les menus incidents qui surviennent au cours d'un voyage et dont le touriste peut aimer à conserver le souvenir, n'intéressent guère que lui-même. A les vouloir raconter, on se heurterait ici à la juste indifférence du lecteur.

Nous nous attacherons uniquement, dans les pages qui vont suivre, aux faits d'intérêt permanent dont notre récente croisière en Grèce, au Mont Athos et à Constantinople nous a instruits. Ces faits se rapportent à la géographie même des pays visités, à l'histoire et à l'art des civilisations qui s'y sont succédés, ainsi qu'à l'état matériel et moral des sociétés qui les occupent aujourd'hui. Malgré la rapidité du voyage, notre attention devait, en effet, se porter sur ces sujets si divers. Pour nous permettre d'en aborder l'étude, la *Revue* avait pris certaines dispositions, que nous indiquerons tout d'abord.

En ce qui concerne la Grèce ancienne et Byzance, elle s'était assuré le concours de deux savants, anciens membres de l'École française d'Athènes, qui voulurent bien accepter la mission de guider les touristes aux sanctuaires les plus réputés de l'Art antique. M. Ch. Diehl à bord de l'*Orénoque*, l'un de nous² à bord du *Sénégal*, ont pris à tâche d'initier les voyageurs aux choses de l'archéologie grecque et de l'archéologie byzantine. Sur ces sujets ils leur ont donné une série de conférences³, au cours desquelles furent projetées les photographies des ruines, monuments, bas-reliefs et statues dont ils

signalaient l'intérêt. A terre, ils ont eu soin de compléter cet enseignement par des explications rapidement données soit dans les musées, soit sur les lieux mêmes des découvertes.

Quant à la civilisation actuelle, c'est au moyen de cartes murales, de collections diverses rassemblées à bord, enfin de brochures rédigées à l'intention des touristes et distribuées à tous, qu'il a été essayé de leur venir en aide.

I. — LE SOL, LA FLORE ET LA FAUNE.

Dans le salon d'avant des deux paquebots avait été aménagé un petit musée comprenant des cartes géographiques, florales, agronomiques et économiques de la Grèce et de la Turquie, et les principaux produits naturels de ces pays.

§ 1. — Le Sol.

Depuis le départ de Marseille jusqu'au retour, des cartes du Dépôt de la Marine furent mises chaque jour sous les yeux des touristes. De cette façon, ceux-ci ont pu, à tout moment, déterminer la côte continentale et les îles longées par le navire ou aperçues à l'horizon. Ces cartes présentaient aussi cet intérêt d'indiquer les profondeurs marines en chaque lieu de la traversée.

Pour les excursions à terre, les atlas géographiques ordinaires n'auraient pas suffi : la *Revue* les avait accompagnés de planches géologiques en couleur, exécutées à grande échelle, et que nos figures 2 et 3 reproduisent ici en réduction et en noir. Ces cartes, dues à notre éminent collaborateur, M. L. de Launay, et alors inédites⁴, offraient, outre le mérite de la valeur scientifique et de la nouveauté, l'avantage de se lire vite. Elles ont été, en ce qui concerne le sol, le guide de nos excursions d'Itea à Delphes, de Katakolo à Pyrgos et

¹ Cette croisière a été faite avec le concours de la *Compagnie des Messageries maritimes* qui, pour la circonstance, a bien voulu mettre deux de ses plus beaux navires, le *Sénégal* et l'*Orénoque*, à la disposition de la *Revue*.

² M. G. Radet, professeur à l'Université de Bordeaux.

³ M. Ch. Diehl a traité devant les passagers de l'*Orénoque* les sujets suivants :

¹ L'œuvre de l'École française d'Athènes et les découvertes récentes de l'Archéologie en Grèce ;

² Le Mont Athos et la Civilisation byzantine ;

³ Constantinople.

M. Georges Radet, à bord du *Sénégal*, a fait trois conférences sur :

¹ Les grands champs de fouilles de la Grèce (Delphes, Olympie, Délos, l'Acropole d'Athènes) ;

² Les découvertes de Schliemann Troie, Mycènes, Tyrinthe ;

³ L'École française d'Athènes (historique, études sur l'art classique, l'art byzantin et l'art turc).

⁴ La première de ces planches, que traduit notre figure 2, était l'agrandissement d'une carte que l'auteur venait de dresser pour un Mémoire destiné aux *Annales des Mines* (La Géologie des îles de Mételin, Lesbos et Thasos), carte dont il a d'ailleurs bien voulu nous permettre de faire la distribution à tous les touristes. L'autre planche, que reproduit en réduction notre figure 3, nous a été gracieusement offerte par M. L. de Launay. Nous sommes heureux de remercier ici le savant géologue d'un aussi obligeant et précieux concours.

(NOTE DE LA DIRECTION.)

Olympie, de Nauplie à Argos, Tyrinthe et Mycènes, de nos pérégrinations à Délos et aux environs d'Athènes, puis, en pays turc, au Mont Athos, à Hissarlik, à Brousse, à Prinkipo, à Constantinople et sur les rives du Bosphore.

On sait que les chaînes montagneuses de la péninsule balkanique et de la mer Égée forment (fig. 1) une sorte d'éventail dont le pivot se trouve au centre même des Alpes, et que délimitent : au nord, les Carpathes et les Balkans septentrionaux, la Crimée et la Caucase ; à l'ouest, les Alpes Dinariques, les montagnes du Pinde et leurs prolongements en Morée, en Crète, dans l'île de Chypre et le Taurus. Toutes les chaînes sinueuses com-

pseudo-stratification. Ce sont elles aussi que nous avons vues au Mont Athos, où elles forment la totalité de ce haut promontoire. Elles s'y montrent très chloriteuses, et leur aspect verdâtre nous a tout de suite frappés, car, avant l'abordage même, la roche s'apercevait par places le long de la côte. Nos descentes au Rossicon, surtout à Lavra et à Vatopédi, nous ont permis d'observer sur place de beaux échantillons du schiste remplis de cristaux de grenat et de staurotide.

A Délos, nous avons rencontré le précambrien sous forme d'une roche mi-granitique, mi-gneissique, que rend particulièrement intéressante la rapide variation de ses éléments le long même

de la côte. Ces cailloux qui embarrassaient notre marche, comme les grosses pierres entre lesquelles nous passions, nous offraient l'exemple instructif de plusieurs feldspaths associés dans le même bloc.

Mais, ce qui donne aux terrains cristallins de l'Archipel leur principal intérêt, c'est que sou-

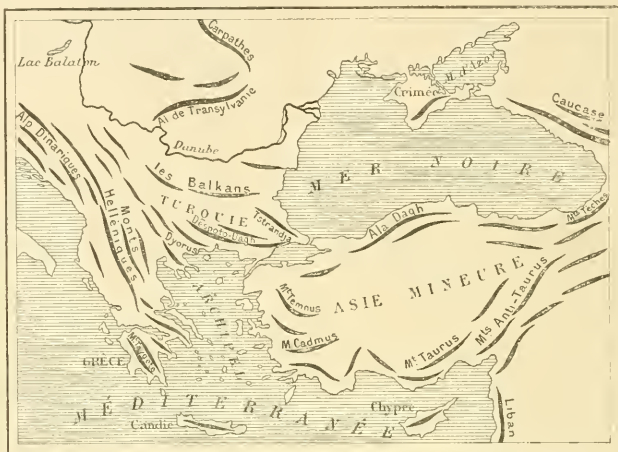


Fig. 1. — Schéma de la disposition générale des chaînes de la Péninsule balkanique et de l'Asie mineure.

qu'appartient l'ensemble des terrains qui constituent le sol de la Grèce et de la Turquie : on y observe, comme au cœur même des Alpes, une succession d'assises précambriennes et de couches stratifiées primaires, secondaires et tertiaires (fig. 2 et 3).

Les terrains précambriens y sont représentés par des granites, des gneiss, des micaschistes et des calcaires azoïques, orientés du nord-ouest au sud-est. Comme l'indiquent les cartes de M. L. de Launay, ces terrains sont très développés en Macédoine, dans les deux presqu'îles de l'Hagion Oros et de Longos, en Chalcidique, dans tout le système de l'Olympe, de l'Ossa et du Pélion en Thessalie, dans tout le sud de l'Eubée, dans le massif du Pentélique et quelques points du sud de l'Attique, notamment au Laurium, enfin dans certaines parties du sud de la Morée, spécialement dans toute la chaîne du Taygète. Ce sont ces assises dont, en doublant le cap Matapan, nous avons remarqué la

vent ils comprennent des marbres calcaires. Ce sont ces marbres d'une éclatante blancheur et d'un grain si fin qui forment le Pentélique : ils étaient justement célèbres dans l'Antiquité, et les sculpteurs contemporains de Périclès les recherchaient pour leurs plus belles œuvres. La roche est si semblable au marbre des terrains crétacés que plusieurs géologues, Neumayer en tête, avaient cru pouvoir l'y classer. Mais elle est azoïque, la façon dont on la trouve associée aux granites, aux gneiss et aux schistes commande, d'après L. de Launay, de la ranger dans le précambrien.

Au-dessus de ces assises du terrain primitif reposent, mais seulement en quelques districts très limités, des sédiments primaires. Ces sédiments se rapportent au terrain dévonien et au terrain carbonifère. Nous avons eu une fois l'occasion d'en observer un terme : c'est aux environs de Constantinople et de Scutari et sur les rives du Bosphore,



Fig. 2. — Réduction de la carte géologique du Bassin de la Mer Égée, dressée par M. L. de Launay.

où, depuis la mer de Marmara jusqu'aux abords de la mer Noire, le sol est constitué par le dévonien inférieur.

Mais, si les terrains primaires sont rares en Grèce et en Turquie, par contre on y constate un grand développement des strates secondaires et tertiaires. Notre croisière nous l'a fait voir en maints endroits : au-dessus d'un lambeau de trias marin nous est apparu, à Mycènes, le tithonique, ce terrain qui, dans les Alpes, semble constituer la transition du jurassique au crétacé, et nous l'avons retrouvé à Argos. En Phocide, d'Itea à Delphes, c'est le crétacé que nous avons constamment foulé, mais un crétacé très curieux, d'un type très particulier, comprenant des calcaires marneux à hippurites, et qui, en certaines régions de l'Archipel, paraît passer insensiblement au tertiaire. Cet ensemble de couches crétacées, qu'on trouve très développées, non seulement en Phocide, mais aussi en Béotie, en Eubée, en Argolide, en Laconie et à Chios, semble jusqu'à présent n'avoir été que très imparfaitement analysé par les géologues. M. Homolle nous signalait, à Delphes, le haut intérêt qu'il y aurait à ce que l'étude approfondie en fût faite par des Français. Les Allemands entretiennent en Grèce et en Turquie des savants qui, par leurs travaux archéologiques, géodésiques, géologiques et autres, contribuent à propager en ces régions l'influence morale et du même coup l'influence matérielle de leur pays. La France devrait songer à ne pas se laisser devancer par eux ; en Grèce, en Turquie, partout à l'étranger, elle devrait s'appliquer à soutenir et à répandre, par de grandes œuvres intellectuelles, le bon renom de son génie scientifique.

Les terrains tertiaires couvrent de très grandes surfaces en Morée, en Attique, aux Dardanelles et sur la rive européenne de la mer de Marmara, de même qu'en Bithynie. De Katakalo à Olympie, les talus des chemins de fer nous ont souvent montré, au-dessous d'alluvions modernes, les couches éocènes, que l'on retrouve, plus au sud, à Rhodes et en Lycie. Les deux rives des Dardanelles, la côte de Gallipoli et notamment notre excursion de Koum-Kalé à Hissarlik (Troie), nous ont fourni l'occasion d'observer les couches dites sarmatiennes, inconnues en France, et que les géologues tendent à intercaler entre le miocène et le pliocène de l'Europe occidentale.

Malgré la rapidité de nos pérégrinations, les cartes de M. L. de Launay nous ont, comme on le voit, été fort utiles. La *Revue* y avait joint toute une collection de roches et principaux minéraux et minerais de la Grèce, que M. le Professeur Th. Skuphos, directeur du Muséum géologique d'Athènes, avait eu l'amabilité de lui offrir pour ses

touristes. Cet ensemble de documents a permis aux voyageurs que la connaissance du sol intéresse, de suivre, chemin faisant, les variations de nature du terrain et, d'une façon générale, de prendre, à grands traits, un aperçu de la physiologie géologique des régions où s'est effectuée notre croisière.

§ 2. — Le Climat et la Végétation.

A notre demande, notre distingué collaborateur M. J. Machat avait dressé une carte climatérique et florale de la péninsule balkanique. A bord du *Sénégal* et de l'*Orénoque*, cette carte a donné aux touristes un aperçu : d'une part, du climat de la Grèce, de l'Archipel, de l'Asie-Mineure et de la Turquie ; d'autre part, de la distribution des végétaux en ces contrées.

Notre figure 4 représente en une seule couleur, et à petite échelle, la partie centrale de ce tableau.

On peut y suivre, traduites par la répartition des plantes, les variations de la température et de l'humidité dans toute la partie méridionale de la péninsule. Au sujet de la température, le fait dominant, c'est la marche des isothermes de l'été et des isothermes de l'hiver : les uns et les autres se relèvent vers le nord à mesure qu'ils se rapprochent de l'ouest. Si la mer Ionienne offre à peu près le même climat que la partie de la mer Égée comprise entre les mêmes latitudes, l'Adriatique est beaucoup plus chaude en hiver que la partie septentrionale de la mer Égée. Et c'est principalement ce phénomène physique qui régit la distribution des végétaux sur tout le littoral de la presqu'île.

Les grandes chaleurs de l'été exercent dans toute cette région une influence très marquée : au sud d'une ligne (AB) qui, de la mer Noire, s'infléchit vers la Turquie, puis bien davantage encore vers la région moyenne du Pinde, et remonte ensuite vers le nord le long de la côte occidentale de la Turquie, pour se prolonger sur tout le littoral de l'Épire, de l'Albanie et du Monténégro, la température des régions basses est telle que la végétation n'y est jamais arrêtée plus d'un mois par an ; en mars, les plantes sont en pleine croissance ; dès que vient l'été, l'ardeur du soleil brûle tous les végétaux herbacés, et bientôt la seule verdure qui subsiste est celle des Conifères. Dans toute cette région, la grande chaleur dure de quatre à cinq mois.

Au nord de la ligne que nous venons de considérer, les gelées peuvent durer de deux à trois mois ; là, le plein de la végétation est en mai, et les plantes ne sèchent pas en été.

Les touristes ont pu remarquer aussi, à l'inspection de la carte, que le régime des pluies et de l'humidité atmosphérique, qui influe grandement



Fig. 3. — Réduction de la carte géologique du Péloponnèse, dressée par M. L. de Launoy.

sur la fertilité du sol, favorise le développement de la végétation sur la côte occidentale de la péninsule, et lui est, au contraire, défavorable le long de la mer Égée, tandis que, sur la rive opposée de cette même mer, c'est-à-dire sur la côte d'Asie-Mineure, des pluies plus abondantes entretiennent une végétation plus luxuriante et plus fournie.

Indépendamment de ces indications générales, le procédé de coloriage employé permettait au voyageur de se rendre compte très rapidement de la physionomie florale des diverses régions de la Grèce et de l'Archipel. Bien que tirée en une seule couleur, notre figure 4 donne néanmoins quelque idée de cette distribution des végétaux en Grèce et en Macédoine. Si le lecteur veut bien en examiner le détail, il y relèvera les diverses zones respectivement occupées par les forêts, les steppes, la flore des collines et des montagnes, du littoral et des îles.

Du sud jusqu'au 42° degré de latitude, toutes les parties basses ou peu élevées de la Grèce, des îles de l'Archipel et de la côte d'Asie sont, — en dehors des villes et des lieux cultivés, — occupées soit par des forêts, soit par des maquis de caractère méditerranéen, où prédominent les Conifères. La végétation ligneuse y est, le plus souvent, clairsemée. Plusieurs espèces de Pins et de Chênes-verts en constituent le fonds; les Pins les plus fréquents sont : le *Pignon*, le *Laricio*, le *Silvestre* et le *Pin d'Alep*. C'est, comme on voit, à des arbres du sud de l'Europe et du littoral syriaque que les forêts et maquis de ces parties basses doivent leur physionomie propre. La zone où ils sont distribués s'élève en latitude plus à l'ouest qu'à l'est, pour cette raison qu'en hiver le climat de l'Adriatique est plus doux que celui de la mer Noire.

Le maquis se transforme en *steppe* sur les lieux plus élevés où prédominent les terrains paléozoïques dénudés et dépourvus d'humus. Toute la région de l'*Ergèrè*, au nord de la mer de Marmara et à l'ouest de Constantinople, en offre un frappant exemple.

Sur les montagnes peu élevées ou la partie inférieure des versants des hautes montagnes, existent soit des pâturages agrémentés, çà et là, de quelques arbres, soit des forêts composées de *Hêtres*, de *Chênes* (*Quercus robur*) et de diverses Conifères : *Cèdres*, *Cypress*, *Picea excelsa*.

Même aux basses latitudes, les montagnes élevées offrent, dans leurs parties hautes, la maigre végétation du Nord de l'Europe. Cette flore, de caractère tout à fait septentrional, comprend, comme plantes typiques, des *Saxifrages*. On peut l'observer : en Morée, sur les monts Malevo, la chaîne du Taygète et tout le Massif Arcadien; en Phocide, sur le Parnasse; plus au nord, sur toute la chaîne du Pinde et les parties hautes des chaî-

nons parallèles; enfin, mais moins accusée, sur les hauteurs des Alpes Dinariques.

Non loin de cette végétation septentrionale, on trouve, en diverses régions de la Grèce et aux basses altitudes, des plantes de l'Europe méridionale et de la côte septentrionale d'Afrique. C'est ainsi que, dans la majeure partie de la Morée (toute la Morée, sauf le nord-est, le sud de l'Attique et de l'Eubée, le sud du littoral de l'Asie-Mineure, enfin presque tout le littoral ouest de la Turquie (côte adriatique), poussent l'*Oranger* et le *Palmier nain*.

Les limites nord de ces plantes suivent à peu près, comme le montre la figure, la marche des isothermes. Et cette influence de la température s'observe aussi en ce qui concerne la limite septentrionale de la culture de l'*Olivier*, de l'*Amandier*, du *Figui*, du *Pistachier*, du *Myrte* et de quelques grands arbres, tels que le *Hêtre* et le *Châtaignier*.

La direction générale de ces courbes, comme celle des isothermes d'ailleurs, n'est pas seulement régie par le voisinage des influences maritimes ou continentales; elle se trouve, en certaines régions, modifiée par l'altitude. Ce sont les hautes montagnes de la Macédoine et d'Albanie, la chaîne du Pinde et les hautes collines de l'Épire qui, en ces parages, déterminent l'inflexion vers le sud de la ligne (A B) de la végétation suspendue et de la végétation presque permanente. C'est aussi le relief du sol qui, dans toutes les autres parties de la Turquie et de la Grèce, modifie la direction générale des isothermes et, par suite, des limites de la croissance libre ou de la culture des plantes.

Nos escalas en Turquie et en Grèce nous fournissant l'occasion d'observer de nombreux exemples de cette distribution florale, nous avons pensé qu'il convenait d'y attirer l'attention des touristes. Cette indication devait, d'ailleurs, les préparer très utilement à étudier les conditions physiques de l'agriculture dans presque toute la Grèce et dans la partie de l'Empire Ottoman que nous allions visiter. Aussi avons-nous remis à chacun d'eux un commentaire détaillé de la carte exposée¹.

§ 3. — La Faune.

La faune rassemblée à bord comprenait une grande variété d'animaux appartenant aux groupes

¹ Cette plaquette était intitulée : *La végétation naturelle de la Péninsule Balkanique et de la mer Égée*, et contenait :

1° L'indication des zones de végétation dans cette Péninsule et dans l'Archipel;

2° L'exposé de l'état actuel de la flore grecque, dû à M. Théodore Orphanides, ancien professeur de Botanique à l'École Nationale d'Athènes;

3° La description des caractères de la végétation de l'Attique, faite par M. Th. de Heldreich, ancien directeur du Jardin botanique d'Athènes.

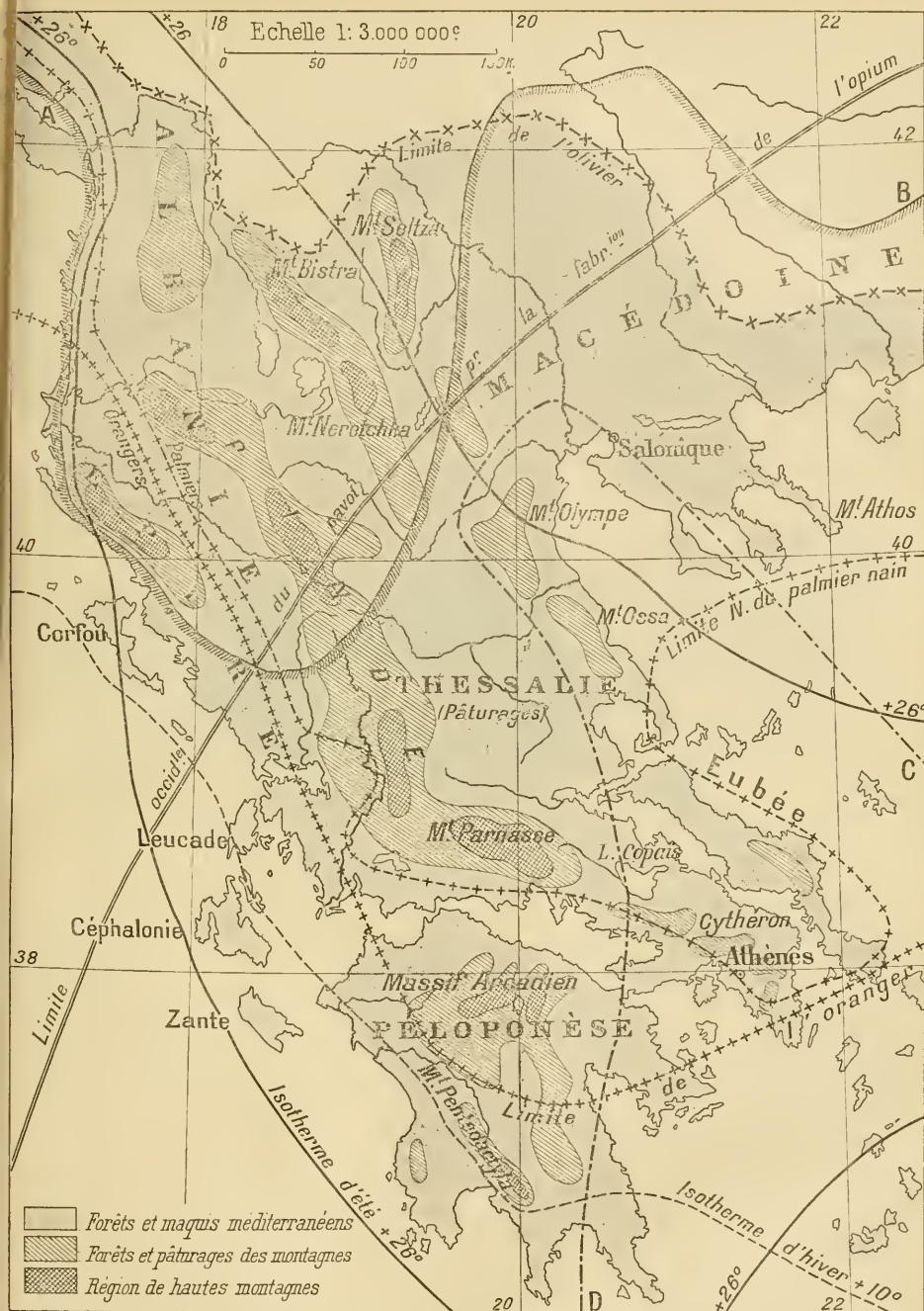


Fig. 4. — Régions florales de la péninsule balkanique. — Trois teintes différentes montrent les trois grandes zones de végétation. — Au sud de la limite AB, la végétation s'arrête un mois au plus par an; les plantes sont en pleine croissance en mars et sèches en été, sauf les Conifères; la grande chaleur dure quatre à cinq mois. Au nord, les gelées peuvent durer de deux à trois mois, le plein épanouissement est en mai, et les plantes ne sèchent pas en été. — Au nord et à l'ouest de la limite CD, la hauteur annuelle de pluie est de 60 cent. à 1 mètre et plus. Albanie et Dalmatie) avec maximum en novembre et décembre (neige). A l'intérieur de la courbe CD, le nombre des jours couverts est de 0 à 3 sur 10 avec minimum en juillet.

des Zoophytes, des Mollusques, des Articulés et des Vertébrés.

Considérées dans leur ensemble, la faune malacologique de la mer Ionienne et celle de l'Archipel ne diffèrent pas sensiblement de la faune des autres parties de la Méditerranée. Ce qui les distingue, pourtant, c'est, à défaut d'espèces caractéristiques, le degré d'abondance ou de rareté des individus de chaque espèce représentée. Aussi, dans la collection de Mollusques mise à la disposition des voyageurs, n'avions-nous compris que les espèces les plus répandues dans la mer Ionienne et l'Archipel, en premier lieu celles que les pêcheurs du large ou la population pauvre du littoral recherchent comme aliments ou objets de décoration. Tels les Murex, Nasses, Mitres, Cérithes, Pieds de Pelican, Littorines, Turbo, Troques, Haliotides,

Les Insectes, les Arachnides et les Annélides exposés furent ceux que M. Bouvier, professeur au Muséum, avait bien voulu nous indiquer comme les plus typiques de Grèce et de Turquie.

L'exposition entomologique offrait pour les touristes cet intérêt d'appeler leur attention sur la faune dite paléarctique, qui caractérise une zone particulière de notre hémisphère. Cette zone comprend les rives de l'Europe méridionale et le littoral nord de l'Afrique, et s'étend, à travers le continent asiatique, jusqu'au Turkesian russe. On y remarque, parmi les Coléoptères, une grande abondance de Carabes, Cétœines, Géotrupes, Sylphes, Buprestes, Mylabres, et petits Longicornes; parmi les Orthoptères, des Mantres et des Acridiens, qui acquièrent dans tout l'Orient méditerranéen un surprenant développement; parmi les Hyménoptères, beaucoup



Fig. 5. — Nauplie et son golfe, vus des ruines de Tyrinthe.

Fissurelles, Patelles, Dentaies, Bulles, Pandores, Corbules, Solens, Mactres, Cythérées, Cardium, Chames, Pectoncles, Moules (*M. galloprovincialis*), Pectens, Limes, Tridacnes, Huitres, Pinna, etc., etc. Une brochure distribuée à tous les touristes¹ donnait la description et signalait les usages des espèces les plus importantes.

Il était intéressant de faire connaître aussi un petit nombre de Crustacés communs sur les côtes de Grèce et de Turquie, et consommés soit par les gens du littoral, soit sur les marchés des villes. Aussi avions-nous compris dans notre exposition des Squilles (*S. Mantis*), Aristés (*Aristeus antennatus*), Scyllaires (*Scyllarus arctus*), Pénées (*Penaeus mediterraneus*), Stenorhynches (*Stenorhynchus longirostris*) et Eupagures (*Eupagurus anachoretus*).

de petites espèces; parmi les Hémiptères, des Graphosomes et des Cigales; parmi les Lépidoptères, une riche série de Papillons de jour, de Vanesses, Piérides, Lycènes, Thécles et Satyres, quelques Sphinx et de petits Papillons de nuit; parmi les Diptères, des Taons et des Echinomyes.

Quelques Arachnides étaient aussi exposées, notamment Scorpions, Mygales et ces curieuses Araignées, les Galades (*Galades graeca*) qui acquièrent en Grèce et dans tout l'Archipel une taille si extraordinaire.

Un petit nombre d'Annélides — des Néréides, des Arénicoles — complétaient de cette faune entomologique.

Venaient ensuite, à bord du *Sénégal*, les Vertébrés: quelques Poissons, dont nous parlerons plus loin; des Batraciens (*Hyla arborea*, etc.), des Reptiles, — Sauriens d'Égypte répandus dans l'Archipel, notamment dans les Cyclades, Vipères (*Vipera aspis* et *Vipera ammodytes*, espèce particulièrement redoutée, très commune dans les Cyclo-

¹ Note sur les Mollusques de la Méditerranée Orientale; Publication de la Revue générale des Sciences, Paris, 1898.

² Ces Crustacés nous avaient été obligeamment prêtés par M. Bouvier, professeur au Muséum; nous le remercions de cet aimable et très précieux concours.

des), Tortues de terre et de mer; — toute une collection d'Oiseaux, — Oiseaux de mer et Oiseaux de terre, sédentaires et de passage, des espèces spéciales à la région, telles que la Perdrix grecque, — enfin quelques Mammifères répandus dans les Balkans et rares en nos régions, ou même quelques animaux, partout très communs, mais qui offrent en Grèce un intérêt particulier : tel le Hérisson, extrêmement abondant dans ce pays, où toute la population le consomme comme nourriture.

Ces spécimens de la faune terrestre ou marine de la Méditerranée orientale, joints aux brochures

II. — LES CIVILISATIONS DISPARUES.

§ 1. — Nauplie. Argos. Tirynthe. Mycènes.

L'ancienne vallée de l'Inachos, où le drame et la fable ont localisé la légende des Atrides, n'a dans sa configuration rien de particulièrement tragique. Une longue plaine ouverte et fertile, assez nue, se développe pacifiquement entre deux rangées de chaînes, pas très hautes, qui la séparent, à l'est de l'Épidaurie, à l'ouest, de l'Arcadie. En avant, un beau golfe, riant et bien abrité; à l'angle



Fig. 6. — Le village de Kharvad, près des ruines de Mycènes.

distribuées aux voyageurs, ont permis aux touristes de prendre, en cours de route, quelque idée de la population animale des régions que nous allions voir, et les ont, avant tout débarquement, orientés dans la visite des musées.

Ces études, auxquelles se sont particulièrement intéressés un petit nombre de spécialistes, sont venues en supplément de l'intérêt principal de la croisière pour la majorité des touristes, surtout attirés en Grèce par les chefs-d'œuvre du Monde ancien¹. C'est de cette partie artistique du voyage dont nous allons maintenant rendre compte.

nord-est du golfe, Nauplie (fig. 5), dominée par son rocher formidable que couronne le fort Palamède; à l'angle nord-est de la plaine, l'acropole de Mycènes, encastrée entre les âpres pentes rougeâtres du mont Zara et du mont Élie; dans l'intervalle, se faisant face, Argos, au pied de la citadelle de Larissa, et Tirynthe, avec les remparts gigantesques qui flanquent son mamelon.

Ce ne sont pas seulement de grands noms que nous avons là sous les yeux. Les vestiges du passé se dressent, se pressent de toutes parts. Et de quel passé! De ce lointain et mystérieux passé mycénien qui nous reporte à l'époque des plus illustres dynasties égyptiennes, à l'âge des Sétî I et des Ramsès II. Vers le ^{xv}e siècle avant notre ère, la civilisation de l'Argolide était dans tout son éclat,

¹ A ce sujet, nous prions le lecteur de se reporter à l'article de M. G. RADET sur le Cinquantenaire de l'École française d'Athènes (*Rev. gén. des Sc.*, du 30 mars 1898).

et, grâce aux fouilles de Schliemann, de Stamatakis, de Tsoundas, grâce aux innombrables travaux des archéologues, cette civilisation si reculée nous est mieux connue, non seulement dans son architecture civile ou militaire, mais dans les mille détails de ses objets familiers, que bien des civilisations plus récentes.

Il n'est personne, parmi nos compagnons de l'*Orénoque* et du *Sénégal*, que n'aient impressionné ces quelques réflexions très simples : la civilisation



Fig. 7. — Un Delphien travaillant aux fouilles.

mycénienne est, par rapport à la civilisation homérique, ce qu'est l'Antiquité grecque et romaine par rapport au Moyen Âge. Entre les princes qui ont édifié Tirynthe et les aèdes qui ont chanté les exploits d'Achille, il s'est écoulé autant ou plus de temps qu'entre Charlemagne et Napoléon. Ces assises bâties en appareil polygonal ou cyclopéen, ces palais dont la disposition se lit sur le sol, cette Porte des Lions, avec ses deux grandes bêtes héraldiques qui s'affrontent, ces galeries souterraines, ces casemates pratiquées dans l'épaisseur des murs, ces tombes à puits ou à coupole, tout cela n'est nullement l'œuvre des héros de l'*Iliade* ou de

l'*Odyssée*. C'est l'œuvre d'hommes bien moins primitifs, bien plus raffinés, qui ont disparu devant ceux-là, balayés ou absorbés par l'invasion dorienne. Le monde homérique, si brillant qu'il nous apparaisse, n'est qu'un recul barbare, comparé au monde mycénien.

Dans ce passé préhomérique, les faits sont d'accord avec la légende pour distinguer deux périodes essentielles : la période des tombes à puits, la période des tombes à coupole. Les fosses creusées dans le roc, que nos touristes ont vues sur l'Acropole de Mycènes, au milieu de ce qu'on appelle l'enceinte de dalles, sont antérieures aux hypogées de la basse ville, formés d'assises horizontales superposées, dont le lit circulaire monte en diminuant. Les premières ont fourni un mobilier funéraire bien plus ancien, notamment les fameux masques d'or. « Pour parler la langue du mythe grec », a dit M. Perrot, « elles remonteraient à cette dynastie des Perséides qui passait pour avoir la première entouré d'une ceinture de murailles le rocher de Mycènes. » Les autres, au contraire, se rattachent à cette maison des Pélopidès, que Thucydide fait venir de la Phrygie du Sipyle. A cet égard, la dénomination de « Trésor d'Atrée », donnée par Pausanias au plus célèbre de ces monuments, si elle ne répond pas à la réalité archéologique, puisque l'édifice était certainement funéraire, répond du moins à la chronologie et à l'histoire. Dans les puisards du cercle de dalles, on se sert du bronze, mais non du fer, dont l'usage annonce partout l'approche de l'âge classique; on ignore l'art de couler des perles, comme aussi celui de souder or sur or; enfin, la fibule y est inconnue, ce qui prouve que les vêtements étaient cousus et non agrafés. Dans les tombes à coupole, au contraire, apparaissent les pâtes de verre, le fer et la fibule. Les murs de Tirynthe sont de la période perséide, la Porte des Lions de la période pélopidé.

L'Antiquité attribuait les constructions mégalthiques de l'Argolide aux Cyclopes et les comparait aux pyramides d'Égypte. On est confondu que, sans crics ni poulies, et simplement à l'aide de leviers et de rouleaux, les hommes du deuxième millénaire avant notre ère aient pu manier de pareils blocs. Les murs de Mycènes ont une largeur de trois à sept mètres, ceux de Tirynthe une largeur moyenne de sept à huit mètres, avec un maximum de quatorze mètres. On calcule que le linteau de la Porte des Lions pèse 30.000 kilos. Si maintenant on se réfère à certains joyaux de la période d'apogée, — tels les gobelets d'or de Vaphio, d'une décoration si délicate, — on embrasse d'un coup d'œil les deux extrêmes de cette prodigieuse civilisation mycénienne, aussi admirable dans son raffinement que dans sa force.

§ 2. — Delphes.

Delphes nous fait franchir d'un bond une dizaine de siècles et nous transporte dans le vif de la grande époque classique. Nous ne croyons pas qu'il y ait de paysage plus profondément grec que celui du célèbre sanctuaire apollinien, exception faite de la plaine d'Athènes, qui évoque des impressions de tout point différentes. Avec ses ruines qui s'étagent en amphithéâtre dans le creux d'une anfractuosité grandiose, avec sa route qui court en corniche au bord du formidable ravin du Pleistos, avec la fière paroi de ses Phœdiades, qui l'enveloppe de l'éclat

Grèce : il a le mystère, la grandeur et l'effroi du divin. »

En dehors de l'émotion que provoquent toujours les grands spectacles de la Nature, unis à la puissance des souvenirs, l'intérêt de notre visite à Delphes a été double. Le champ de fouilles, en nous montrant comment se répartissaient les monuments et les édifices de l'enceinte sacrée, a fait d'un nom glorieux une réalité vivante; le musée nous a procuré des joies esthétiques d'autant plus vives qu'elles résultaient, non de l'arrangement et du cadre, mais de la révélation de beautés inattendues.

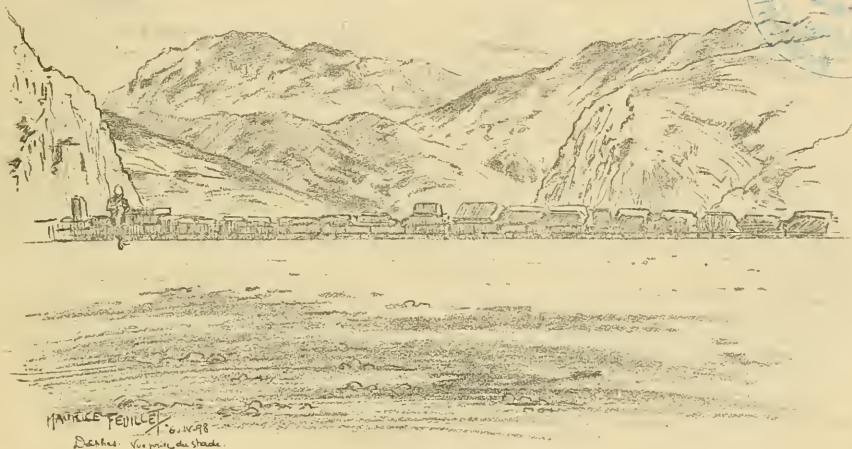


Fig. 8. — Delphes : vue prise du stade.

aveuglant de ses rampes fauves, Delphes est, dans son originale et sévère beauté, comme le site type de la montagne dorienne. On a dit du dorique que c'était l'ordre mâle, et de l'ionique que c'était l'ordre femelle. On pourrait dire du paysage de Delphes, comparé à celui d'Olympie, quelque chose d'analogue. Les anciens racontent qu'à diverses reprises les envahisseurs, Perses ou Gaulois, venus pour piller Apollon, s'enfuirent, saisis d'une terreur panique. Il est certain que, soit qu'on monte, comme nous, d'Itéa, soit qu'on arrive, comme les Barbares, par l'intérieur, l'apparition soudaine, à un détour du rocher, de cette série de terrasses dont les tremblements de terre ont respecté les murs de soutènement, est bien faite pour inspirer une sorte d'épouvante religieuse. « Le site de Delphes », a dit M. Homolle, « est un des plus beaux de la

Montant par la voie sacrée, nous avons d'abord défilé devant la série des « Trésors », devant le rocher de la Sibylle, la colonne de Naxos, le portique des Athéniens; puis, nous élevant toujours, nous avons gagné, en trois étapes, le temple, le théâtre, le stade. Nous avons pu ainsi nous retracer par la pensée ce qu'était, avec son pittoresque désordre de portiques, de chapelles, de bases, de statues, d'ex-voto, avec ses processions, ses fêtes, ses jeux, ses consultations prophétiques, la métropole spirituelle des Hellènes. Au musée, notre imagination n'a plus eu besoin de reconstruire; nos sens ont été directement sous le charme, et une promenade dans un hangar de quelques pieds carrés nous a présenté en raccourci les époques les plus caractéristiques de l'art grec. S'agissait-il d'archaïsme ou d'archaïsme finissant? Les délicats bas-

reliefs des Trésors de Sicione, de Cnide, d'Athènes, pour le travail du tuf ou du marbre, l'Aurige, pour le travail du bronze, nous ont dit à quel point les précurseurs de Polyclète et de Phidias surent allier la sobriété à la grâce nerveuse. Pour nous représenter le grand siècle, nous avions les Caryatides dansantes, avec cette souple décoration florale, tirée de la feuille d'acanthé, qui nous évoque les débuts de l'ordre corinthien. Voulions-nous aborder la période hellénistique ? L'Athlète thessalien nous offrait les influences mélangées de Praxitèle, de Scopas et de Lysippe. Voulions-nous descendre

parées de bois ombreux, les vapeurs et les buées éparées dans l'air estompant au loin les sommets, des troupeaux de moutons mettant une blancheur bucolique dans la riche sève humide des herbes vertes, tout cela fait plutôt songer à un paysage de l'*Astrée* qu'à la terre des athlètes nus, des joutes violentes et des muscles forts. Maint coin de la Campanie ou de la Sicile est infiniment plus grec que ce district péloponnésien. A bien des égards aussi, encore qu'Olympie ne fût pas une ville, mais un sanctuaire général des dieux, la religion n'a pas ici la même importance qu'à Delphes. A Delphes,

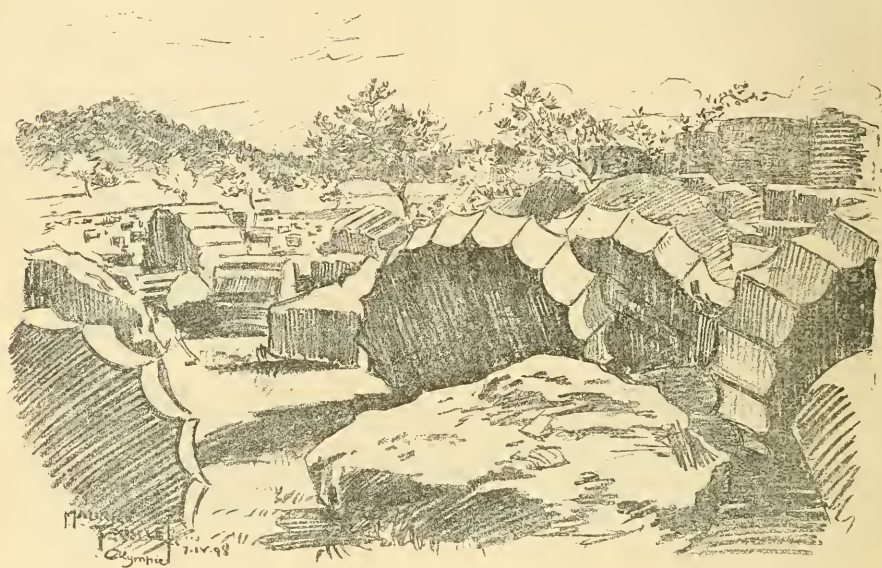


Fig. 9. — Ruines d'Olympie.

jusqu'à l'âge gréco-romain ? L'Antinoüs se dressait comme l'une des créations les plus savoureuses de la statuaire de l'époque impériale. Au milieu de ces merveilles, nous avions le sentiment que les fouilles entreprises par l'École française d'Athènes, « sans autre souci que la science, sans autre ambition que la gloire », avaient atteint leur but, et, comme l'a dit avec un légitime orgueil celui qui les a dirigées, il était visible que l'honneur de parcelles découvertes n'avait pas été trop chèrement acheté.

§ 3. — Olympie.

Le site d'Olympie n'a pas l'originalité grandiose de celui de Delphes. Une riante et fertile vallée, des lignes molles, une rivière paresseuse épanchant le gras limon de ses eaux blondes entre des chaînes

il y a un oracle, des eaux prophétiques, et Apollon y imprime, par l'intermédiaire de la Pythie, ses directions à l'ensemble des États hellènes ou barbares. Olympie n'a pas au même degré ce caractère théocratique ; c'est essentiellement l'arène internationale où l'on vient courir le Grand Prix.

Des Français, Abel Blouet et ses collègues de l'Expédition de Morée, mirent les premiers la pioche dans la nappe d'alluvions sous laquelle le Cladéos et l'Alphée avaient enseveli les monuments du célèbre sanctuaire. Ils déterminèrent l'emplacement du temple de Zeus et découvrirent des fragments de trois des métopes qu'ils rapportèrent au Louvre. En 1875, les Allemands reprirent les fouilles. Ils dégagèrent l'Altis, ainsi que la plupart des édifices groupés autour de l'enceinte sacrée. Il

n'y a que le stade dont ils n'aient point achevé le déblaiement. L'impression qu'on éprouve à la vue de ces travaux est large, ample, sereine : le cœur n'est pas étreint comme à Delphes ; mais le regard se promène au loin, avec une quiétude satisfaite, et il aime, par delà l'immense dédale de blocs grisâtres, que la végétation drue finira par submerger de nouveau, à se reposer sur les jolies flammes mauves que les arbres de Judée éparpillent aux flancs du Kronion.

Au musée, l'émotion, tout à l'heure comme tiède

marbres authentiques où les maîtres ont mis la main eux-mêmes.

§ 4. — Délos.

Délos n'est plus aujourd'hui qu'un îlot désert et sauvage. Pas une maison : la cabane du gardien et celle de l'École française ont remplacé les somptueuses villas des hermaïstes d'Ostie ou des posidoniastes de Béryste. Pas un arbre : de maigres buissons, des orges courtes, se glissant entre le chaos glissant des pierres, voilà ce qui reste des

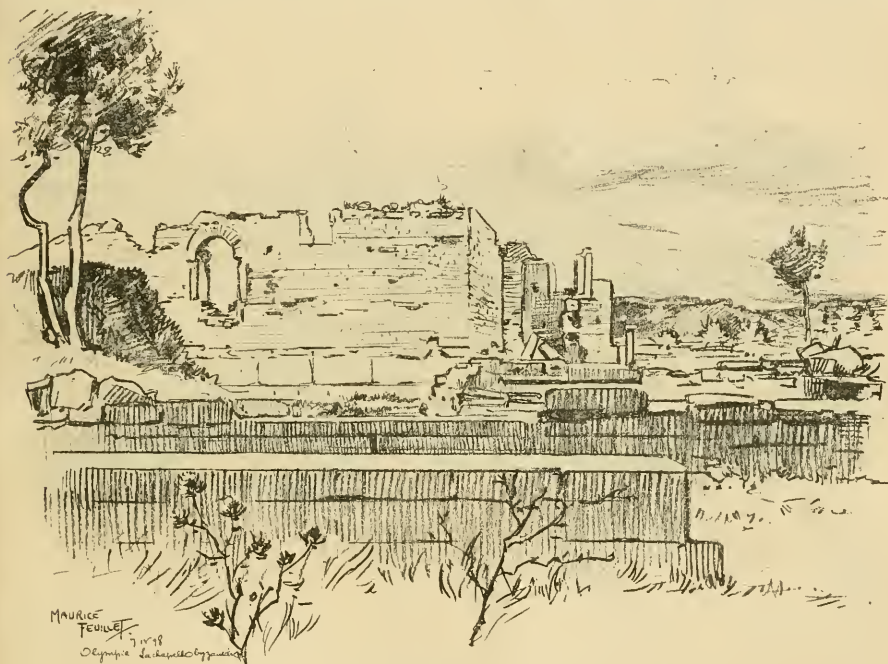


Fig. 10. — La chapelle byzantine dans les ruines d'Olympie.

et noyée, redevient étrangement forte. Les métopes du temple de Zeus sont d'une vigueur admirable et les exploits d'Hercule ne pouvaient être traités dans un sentiment plus robuste. Les frontons, à leur tour, par leur composition et leur style, leur vie sobre qui se nuance de hautaine raideur, sont la manifestation la plus brillante de la plastique grecque à la veille de Phidias. La *Victoire* de Paonios, qui s'envole avec tant de légèreté triomphante, l'*Hermès* de Praxitèle, offrant une grappe de raisin à Bacchus enfant, nous ont fait sentir, celle-là par la grâce de son élan, celui-ci par le velouté de son épiderme, tout l'abîme qui sépare les misérables répliques dont sont peuplés nos musées, des

jardins et des bosquets d'autrefois, du palmier sous lequel accoucha Latone. Une mare saumâtre, voilà tout ce qui reste de l'ancien lac sacré. Plusieurs lignes concentriques de soubassements, rayonnant autour du temple d'Apollon, voilà tout ce qui reste des colonnades où se déroulaient les processions et les danses. De vilaines petites boxes en pierres sèches et luisantes, voilà tout ce qui reste de ces docks où s'entreposèrent les produits de l'Éthiopie et de la Thrace, de l'Espagne et de l'Inde. Delphes fut comme le *Foreign Office* de l'hellénisme ; Olympie, qui décernait la grande gloire agonistique, en fut comme le Derby : à Délos, ce fut la vie commerciale qui doubla la vie religieuse. Les temples for-

maient le cœur de la ville ; la périphérie était occupée par les magasins, les banques, les gymnases, par les cercles des confréries de négociants, par les clubs d'armateurs, les bureaux des compagnies de navigation. Il a toujours fallu, dans l'Archipel, un centre de distribution pour les marchandises. C'est aujourd'hui Syra qui joue ce rôle. A l'époque hellénistique, ce fut Délos, mais avec une ampleur que nous n'aurions jamais soupçonnée, sans les milliers d'inscriptions qui y ont été mises à jour par l'École française.

Un autre intérêt de ces fouilles a été de nous renseigner sur les débuts de la sculpture grecque. Chez les Grecs, en effet, ainsi qu'on l'a observé, la sculpture fut le dernier-né des arts. Les premières

du site, la part faite à Délos dans l'organisation de la croisière.

§ 5. — Athènes.

On ne peut se flatter de dire du nouveau sur Athènes. Le tenter serait courir le risque d'un ennuyeux rabâchage. Nous serons donc ici volontairement brefs. Le trait essentiel qui frappe ceux qui visitent la Grèce à intervalles périodiques, ce sont les progrès énormes qu'elle réalise d'année en année. La capitale s'agrandit tous les jours ; de nouveaux quartiers se construisent, et l'ensemble est vraiment beau, dans la majesté radieuse de ces grandes avenues où le Pentélique étale l'éclatante blancheur de ses marbres. Autrefois, les étrangers détenaient presque le monopole du travail archéo-



Fig. 11. — Ruines de Délos.

statues de pierre ne datent que de la fin du vi^e siècle. Jusque-là, on ne travaillait que le bois. Ce fut pour les sanctuaires d'Apollon et d'Artémis, à Délos, que les artistes des îles s'essayèrent à tailler le marbre. M. Homolle a retrouvé quelques-uns des monuments les plus curieux dus au ciseau de ces primitifs, notamment le « xoanon » dédié par la Naxienne Nicandra, et surtout la fameuse Niké, aujourd'hui conservée au Musée national d'Athènes, que consacrèrent deux sculpteurs de Chios, Mikkiadès et Archermos. C'est également à Délos qu'a été découverte la plus ancienne signature d'artiste grec connue, celle du Naxien Iphicartidès. Enfin, nous avons pu voir nous-mêmes en place, près de l'angle sud-ouest du temple d'Apollon, le bas du colosse offert au dieu par les Naxiens, avec cette dédicace : « Je suis de la même pierre, statue et base ».

Tout cela justifiait assez, en dépit de l'austérité

logique en Grèce ; maintenant, les Grecs prennent une part chaque jour plus considérable dans les fouilles et les publications. Leurs musées, le Musée de l'Acropole, le Musée national surtout, vont de pair avec les mieux organisés, et il n'est aucun de nos touristes qui n'ait été absolument ravi par le nombre comme par l'heureuse disposition de tant de chefs-d'œuvre, dont beaucoup sont exhumés d'hier. Ce sont toutes les périodes de l'art antique, les plus reculées comme les plus voisines, qui se déroulent dans ces hautes et lumineuses galeries. Ici encore, l'École française a puissamment contribué, par l'importance et la continuité de ses découvertes, à ce merveilleux enrichissement.

Dans ce magnifique site d'Athènes, ce qui attire d'une façon prédominante la curiosité du voyageur, c'est l'Art. Mais, tout en faisant aux incom-

parables chefs-d'œuvre de l'antique civilisation athénienne leur juste part, la *Revue* avait pensé qu'elle ne pouvait conduire des touristes en Attique sans ressusciter devant eux un monde encore plus ancien, celui dont les nombreux débris sont depuis plus de trente ans rassemblés au Muséum géologique de la ville. Afin de rendre plus instructive une visite à ce grand établissement, une brochure consacrée aux fouilles de Pikermi fut distribuée à tous les touristes avant l'arrivée à Athènes : cet opuscule décrivait à grands traits les belles décou-

Au commencement du siècle, Lamarck avait posé les premiers principes de ce qu'on appelle aujourd'hui le *transformisme*.

Mais il n'avait convaincu personne, et, après lui, ses géniales conceptions étaient demeurées confinées dans ses livres.

Ce qui, pendant les soixante premières années du présent siècle, frappa le plus les zoologistes, ce furent les *différences* des espèces. Les *hiatus* qu'on remarquait de l'une à l'autre, l'abîme qui les séparait, paraissaient si considérables que personne



Fig. 12. — Les ruines du Parthénon, à Athènes.

vertes de M. A. Gaudry en Attique et insistait sur les idées que ces découvertes avaient introduites dans la Philosophie générale. Ces Singes, ces grands Carnivores, ces gigantesques Proboscidiens, ces lourds Pachydermes, ces curieux Solipèdes, ces énormes Édentés, ces Ruminants aux formes élégantes que, de 1833 à 1867, notre illustre compatriote exhuma de la localité de Pikermi et que tout le monde, aujourd'hui, peut admirer à Athènes, nous ont, en effet, apporté, au moment où ils ont été mis au jour, des vues nouvelles sur l'évolution des êtres vivants. On en jugera par cette simple remarque :

alors ne s'avisait de suspecter entre elles une relation de descendance.

Lorsque Cuvier fonda la Paléontologie en restaurant les squelettes d'animaux étrangers à la faune actuelle, il lui fallut, pour faire saisir l'intérêt de telles synthèses, démontrer que les espèces qu'il « restituait » étaient *différentes* de celles qui vivent aujourd'hui.

Et quand, plus tard, d'Orbigny, poussant plus loin les recherches, compara entre elles les espèces éteintes, c'est sur leurs *différences* que se concentra son attention, car ce sont ces différences qui, seules, pouvaient lui permettre de classer les faunes et de s'en servir pour caractériser les sédiments. Ainsi s'insinua de soi-même dans l'esprit des géologues

⁴ *Pikermi*, brochure de la *Revue générale des Sciences*, 1898.

cette conception simpliste d'une *succession de faunes* distinctes les unes des autres et ayant *apparu* chacune à une phase particulière de l'évolution terrestre.

Il y a quarante ans, cette théorie régnait sans partage. Les fouilles de Pikermi l'ont tout d'un coup renversée.

En étudiant la faune qu'il y découvrit, M. Gaudry nous révéla des *transitions* insoupçonnées entre diverses espèces fossiles de grands Mammifères; et, de plus, il fit connaître des Animaux intermédiaires, par l'ensemble de leurs caractères, entre

fossile, le *pouce opposable*, le *Machairodus*, le *Simocyon*, les *Amphycyon*, les *Artocyon*, les petits Mustélidés, Viverridés, etc..., qui vinrent combler, de la façon la plus inattendue, d'importantes lacunes dans la série des Carnivores et y établir une sorte de gamme continue de métamorphoses, les *Dinothierium* intermédiaires entre nos Proboscidiens actuels et nos Cétacés, ces grands Rhinocéros, si voisins des espèces que l'on chasse en Afrique, cette foule d'Hipparions qui nous expliquent les Solipèdes d'aujourd'hui, ces étranges Édentés, dont les affinités avec les Ruminants se manifestent par



Fig. 13. — Les Propylées à Athènes.

des représentants de faunes plus anciennes et des espèces actuellement vivantes. Il apporta ainsi l'appui le plus solide — celui de la science positive — aux vues que, vers cette même époque, un profond observateur, doublé d'un penseur de génie, l'illustre Charles Darwin, répandait dans le monde.

Afin de permettre aux voyageurs non spécialement versés dans les études paléontologiques, de bien saisir, parmi les squelettes exposés au Muséum géologique, les particularités qui ont conduit à ces conceptions nouvelles, la *Revue* avait exposé à bord un atlas composé par ses soins et renfermant les dessins des pièces les plus caractéristiques.

Le *Mesopithecus Pentelici*, espèce chez laquelle fut reconnu, pour la première fois, dans le monde

l'existence d'un sabot bisulque, enfin cette riche série de Girafes, Trogocères, Antilopes et Gazelles, qui, insensiblement, nous mènent des Ruminants miocènes aux Ruminants actuels, — tous ces précieux témoins d'une réelle *transformation* des êtres, ont été figurés sur un album mis, avant la visite au Muséum, à la disposition des touristes¹.

III. — LA CIVILISATION ACTUELLE.

Nos pérégrinations en diverses régions de la Grèce nous ont mis en contact avec des populations

¹ La *Revue* doit des remerciements particuliers à M. Albert Gaudry, qui, très gracieusement, avait bien voulu lui fournir les éléments de cet atlas.

d'aspects très divers, dont il était intéressant d'étudier la race, le travail et le genre de vie. A cet effet, la *Revue* avait compris, dans son musée de bord, des tableaux, des cartes et des brochures destinés à renseigner les touristes sur la répartition



Fig. 14. — Une femme et ses enfants dans la campagne aux environs de Delphes.

des habitants, sur l'état actuel de leur agriculture, des pêches auxquelles ils se livrent, des industries diverses et du commerce qu'ils pratiquent.

§ 1. — La Population.

Le tableau I ci-joint (page 899) de la répartition de la population de la Grèce était extrait de la publication qu'en a faite, d'après les registres officiels, la *Grande Encyclopédie*¹.

Ce tableau fait voir que le mouvement de concentration des Grecs s'opère sur le littoral, surtout dans les Cyclades et les îles Ioniennes. C'est là que se trouve et ne cesse d'augmenter le maximum de densité des habitants. Ce mouvement s'explique par les facilités de vie que donne sur le littoral

et particulièrement dans les îles la possibilité de se livrer à des cultures rémunératrices et à la pêche.

Nous ne nous attarderons pas ici à décrire cette population de la Grèce contemporaine, qui n'a guère varié depuis l'époque où Edmond About l'a si spirituellement dépeinte. La misère qui a si lourdement pesé sur elle ne semble pas avoir déprimé cette race élégante et fine, qui conserve jusque sous les haillons quelque chose de la sveltesse et de la majesté antiques. Dans les campagnes, les femmes, chargées de gros ouvrages, sont, à la vérité, très souvent épaissies et déformées. Le contraste est saisissant entre ces lourdes paysannes et les mondaines d'Athènes, vives et accortes, aux traits réguliers et purs.

Quant aux hommes, citadins et campagnards, bourgeois ou mendiants se ressemblent par quelque trait : minces et élancés, la plupart manifestent dans l'allure, le geste et le maintien, en même



Fig. 15. — Type de vieille femme à Mycènes.

temps qu'une souplesse et une distinction naturelles, une grâce quelquefois un peu recherchée.

Nos figures 14, 15, 16, 17 et 18 montrent quelques types de cette population, dessinés d'après nature par M. Maurice Feuillet, qui a pris part à la croisière pour illustrer le présent article.

¹ *Grande Encyclopédie*, t. XIX, p. 288.

§ 2. — Agriculture.

La figure 19, réduction d'un tableau en couleurs

agricoles en Grèce. Cette répartition des cultures et de l'élevage est, comme on peut voir, en relation



Fig. 16. — Type de vieille femme à Delphes.

dressé par M. J. Godefroy pour les touristes de la *Revue*, montre la distribution des régions



Fig. 17. — Habitant d'Athènes.

avec les conditions physiques de la végétation que résumait la carte climatique et florale (fig. 4).



Fig. 18. — Groupe de musiciens ambulants.

Mais ce que les figures ne sauraient indiquer, et ce qu'il faut dire, c'est l'état le plus souvent lamentable en matière agronomique, l'incurie dont témoigne l'abus qu'ils font des jachères, le défaut de

Tableau I. — Population de la Grèce.

		SUPERFICIE en kilomètres carrés	POPULATION en 1889	AUGMENTATION OU DIMINUTION depuis 1879	HABITANTS par kilomètre carré en 1889
1 ^{re} Grèce septentrionale.	Tricala	3.870	113.143	+ 25.914	26
	Larissa	6.340	168.034	+ 23.413	25
	Arta	1.380	32.890	+ 1.712	26
	Phthiotide et Phocide	6.084	136.470	+ 8.030	22
2 ^{de} Hellade.	Acarmanie et Etolie	7.489	162.020	+ 23.576	21
	Attique et Béotie	6.306	277.764	+ 72.400	41
3 ^{es} Iles de la mer Egée.	Eubée	4.199	103.442	+ 8.306	24
	Cyclades	2.695	131.508	— 512	49
	Argolide et Corinthie	5.244	114.836	+ 8.755	27
	Archae et Elide	5.073	210.713	+ 29.081	41
4 ^{re} Péloponnèse.	Arcadie	4.301	118.285	— 315	34
	Laconie	4.240	126.088	+ 1.972	30
	Messénie	3.341	183.232	+ 27.472	55
	Corfou	1.092	114.535	+ 8.426	105
5 ^{es} Iles Ionniennes.	Cephalonie	815	80.178	— 779	98
	Zante	438	44.070	— 452	101
		65.109	2.437.208	+ 222.657	43

table de l'agriculture grecque. Le manque d'eau, l'insuffisance de l'outillage, l'ignorance des habitants pour l'achat des engrais, le taux élevé de l'impôt foncier, la rareté des voies de communica-



Donné par F. Borremans, 17, R. S. Subur Paris

Fig. 19. — Répartition des cultures en Grèce.

tion, le régime agraire¹, la paresse enfin de beaucoup d'habitants des campagnes, que supplantent au temps de la moisson et de la vendange des Albanais, plus laborieux et plus économes, — toutes ces causes concourent au pitoyable état de la culture : l'étendue des surfaces cultivées est minime, les rendements presque toujours faibles.

Exception cependant doit être faite pour la vigne en certaines régions : aux environs de Corinthe, où on la cultive en vue, non du vin, mais du raisin sec, dans les îles Ioniennes aussi, elle est l'objet de soins assidus et intelligents et se montre de gros rapport².

Malgré la rapidité de nos excursions, nous avons eu quelques occasions de le remarquer. Aux alentours de Katakolo, de l'Argos et d'Olympie, comme dans toute la région qui avoisine Athènes, nous avons été frappés de la luxuriance de la végétation : partout où il y a de l'eau s'observe une culture maraîchère abondante et à gros rendements et, dans les jardins, de grands arbres au feuillage touffu et frais. Il semble que quelques travaux d'art en vue d'améliorer la conservation de l'eau et l'irrigation auraient pour résultat de rendre productifs des terrains jusqu'à présent mal cultivés ou demeurés incultes.

§ 3. — La Pêche.

La pêche est une des spéculations auxquelles se livrent le plus volontiers les Grecs et les Turcs. Elle a surtout pour objet la capture du poisson et la récolte des éponges. Dans la mer Ionienne, l'Archipel et la mer de Marmara, nous avons souvent rencontré leurs barques, et noté le contraste qu'offrent ces petits bateaux avec les embarcations, beaucoup plus importantes et bien mieux aménagées des pêcheurs de l'ouest et du nord de l'Europe. Grecs et Turcs se contentent d'esquifs peu coûteux, tout au plus de grosses barques à voiles. Les plus petits de ces bateaux se bornent à longer les côtes ou pèrègrinent d'île en île dans l'Archipel ; en général, ceux qui chassent uniquement le poisson restent confinés dans la mer Ionienne ou l'Archipel ; ceux qui pêchent l'éponge visitent, en outre, les côtes de la Tripolitaine et de la Tunisie et se rendent jusqu'en Sicile.

Les bateaux des Grecs ont pour principaux ports d'attache Nauplie et le Pirée, où nos touristes ont, en effet, constaté une grande activité d'armement, puis Égine, Patras et les îles de l'Archipel.

¹ La plupart des propriétaires ne résident pas sur les lieux de l'exploitation et font faire la culture par des métayers ; l'État possède une énorme quantité de terres.

² En Grèce, la vigne couvre 110.000 hectares, dont 50 affectés au raisin de Corinthe, et 90 donnant un million d'hectolitres de vin. Parmi les productions culturales du pays, elle tient le premier rang.

Les Turcs arment de préférence : sur la côte d'Europe, à Salonique et à Constantinople, où nous avons été frappés du grand nombre de leurs embarcations ; sur la côte d'Asie, à Beyrouth, Caïffa et Jaffa. Sur cette côte et dans les îles qui la bordent, presque tous les équipages sont Turcs, même ceux qui montent des bateaux appartenant à des Grecs.

Ces petits navires sont, pour la plupart, pourvus d'engins nombreux et puissants, adaptés aux infinies variations des milieux de travail. Ce sont des lignes, palangres et casiers terminés par des appâts, des arts trainants et filets flottants tels que thomnaires et madragues, enfin des harpons employés à la capture de quelques gros poissons et, spécialement, à la récolte des éponges et du corail.

1. *Pêche du Poisson.* — Une vingtaine de poissons sont surtout recherchés : le surmulet (*Mullus surmuletus*) la mulle rouge (*Mullus barbatus*), le pagré (*Pagrus vulgaris*), que Grecs et Turcs vont chercher dans les eaux profondes, parmi les zostères et les coraux ; le marteau (*Zyena malleus*), la lamie long-nez (*Lamia cornubica*), qu'ils capturent au moyen de madragues, grands filets pesants, qu'ils laissent tomber à la mer et que remorquent leurs embarcations ; le maquereau (*Scomber scombus*), et les box (*Box salpa*, *Box vulgaris*), qu'ils pêchent à la surface à l'aide d'arts trainants ; une raie très comestible (*Raja asterias*), l'anguille commune (*Anguilla vulgaris*), un saumon (*Salmo Salar*), qu'ils chassent le long des côtes, aux faibles profondeurs.

En plus de ces poissons comestibles, Grecs et Turcs pêchent en haute mer une espèce de torpille (*Torpedo Galvani*) qui diffère de nos deux espèces provençales et se plaît dans les prairies profondes. Les torpilles, qui, par leurs propriétés électriques, ont toujours attiré la curiosité, sont recherchées des collectionneurs, et c'est pour cette classe d'acheteurs qu'on les recueille quand les filets les ramènent à la surface.

La Revue avait exposé dans le salon d'avant du Sénégat les principaux types de ces poissons.

2. *Pêche des Éponges.* — Les Turcs et les Grecs pêchent l'éponge dans l'Adriatique, l'Archipel et le sud oriental de la Méditerranée. En ces parages existent deux variétés d'éponges : *Spongia officinalis* et *Spongia usitatissima*, dont chacune comprend plusieurs sous-variétés ne différant entre elles que par la forme et surtout le degré de consistance¹.

¹ Il semble que ces différences de consistance soient attribuables au milieu physique. On remarque parmi elles :

^{1°} *Spongia mollissima*, éponge fine de Syrie ; c'est la meilleure éponge de toilette

Les procédés employés par les Grecs et les Turcs pour pêcher ces animaux, diffèrent de ceux que les Espagnols mettent en œuvre sur les côtes du Maroc et de l'Algérie. Tandis que ceux-ci recourent volontiers au scaphandre, cet instrument déplaît, en général, aux Grecs et aux Turcs : il leur répugne de s'y enfermer et ils lui reprochent d'être trop coûteux et trop difficile à réparer, les petits ports où ils atterrissent manquant de ressources à cet effet. Aussi limitent-ils le plus souvent leurs procédés de cueillette des éponges au harponnage, à la plonge et au dragage.

Le harpon et la gangara sont employés sur les fonds unis et peu distants de la surface. Les Grecs y traînent leurs gangaras, mais, tout en recourant, comme les Siciliens, à cet instrument, ils disposent autrement que ceux-ci leurs embarcations ; tandis que les Siciliens pêchent dans de toutes petites barques rayonnant autour d'une barque centrale, plus considérable, qui fait office de magasin et sert au transport des éponges, les Grecs effectuent directement le dragage à bord de leurs *sacollives*, bateaux à voiles qui tiennent admirablement la mer.

Ils se servent de ces mêmes embarcations pour pêcher au-dessus des fonds irréguliers et rocheux. Mais alors, la drague devenant impraticable, ils recourent à des plongeurs pour capter les éponges dans les anfractuosités et les enrochements. Les éponges recueillies en ces lieux sont, en général, les plus fines.

Les Grecs se livrent à ces diverses sortes de pêche des éponges dans presque toute la Méditerranée orientale et l'Adriatique. En Orient, toutefois, les équipages sont Turcs¹.

²⁰ *Spongia Zimoca*, éponge fine-dure ou grecque ; on la trouve principalement dans les parages de Rhodes et entre les îles de l'Archipel, mais elle existe aussi en Syrie ;

³⁰ *Eponge blanche*, éponge blonde de Syrie, dite de Venise ou éponge commune ;

⁴⁰ *Eponge blonde* de l'Archipel, dite également de Venise. Ces deux variétés vivent dans les mêmes parages ; mais, les unes celles de Syrie se développent dans des eaux tranquilles ; les autres celles de l'Archipel vivent au milieu de courants qui leur impriment une forme différente de celle des premières ;

⁵⁰ *Eponge Zorby* ; elle est de qualité inférieure aux éponges dites du Levant ; elle vit près de l'île de Zorby et y atteint une taille considérable ; le prix en est peu élevé ;

⁶⁰ *Eponge de Barbarie* ; cette variété vient des côtes de Sfax, où de nombreuses embarcations grecques vont la pêcher. On la qualifie quelquefois de « brune », parce qu'elle est souvent expédiée après un traitement sommaire qui la laisse imprégnée de débris marins et de gangue protoplasmique en décomposition.

¹ Ce sont surtout les pêcheurs de Symi, de Kalymnos, de Chalki et de Castel-Rosso qui emploient les plongeurs. La pêche au harpon se fait principalement à Nauplie, à Candie, à Hydra, à Égine, à Paros et à Salamine. — Les armements des divers genres se font à Patras, Corinthe, Marathon, Cérigo, Astypalia, Samos, Pathmos, Leros, Nisyros, Kalymnos, Rhodes, Candie et Chypre. — Sur la côte d'Asie Mineure, les

§ 4. — Les industries.

Pour ainsi dire nulle part nous n'avons vu de grandes manufactures en Grèce. C'est que, si l'on excepte quelques industries intimement liées à l'exploitation rurale, vinification, fabrication de tonneaux et caisses d'emballage, et ce petit nombre d'usines, brasseries, etc., dont ne peuvent se passer des ports comme le Pirée, de grandes villes comme Athènes, enfin l'exploitation minière, très importante en divers points de la péninsule et des îles¹, l'industrie en ce pays ne comprend guère que de petits métiers. Carrosserie rustique, boulangerie, confection d'habits, etc., s'exécutent le plus souvent, non en de grands ateliers, mais en de petites boutiques où le patron n'est aidé que par les siens.

Quelques exceptions cependant sont à signaler. A Patras et au Pirée existent des chantiers où l'on construit des bateaux. L'industrie des transports maritimes est, en effet, relativement très développée en Grèce, surtout dans les îles : au Pirée, nous avons pu en constater l'activité. Les Grecs semblent réussir en ce métier ; leurs compagnies de navigation entretiennent des relations entre la Grèce continentale, l'Italie, l'Archipel, la côte de Syrie et la Turquie d'Europe.

Mais, à l'intérieur du pays, on peut dire que l'industrie est tout à fait rudimentaire et souvent nulle. Les petits marchands, merciers, épiciers, confectionneurs, cafetiers, etc., semblent vendre plus de produits importés que de produits indigènes, et cela nous est une indication des efforts que le commerce français devrait s'imposer pour pénétrer dans toutes les villes et bourgades de Grèce.

§ 5. — Le Commerce extérieur.

La figure 20 reproduit en réduction deux graphiques² exposés à bord du *Sénégal* et de l'*Orénoque* et qui traduisent les variations des importations et des exportations de la Grèce de 1889 à 1896. Ce qui frappe, tout d'abord, à l'inspection de cette figure, c'est la décadence du commerce grec, lente de 1889 à 1891, très rapide en ces dernières années.

Il importait, croyons-nous, d'indiquer aux touristes les causes de ce déclin. La *Revue* s'est

armements ont surtout lieu à Tehesmé, Lytri, Samos, Mendolia, Dschorata et Makry. Sur la côte de Syrie : à Latakia, Tarabolus, île Ruad, Batroun, Dscheball, Beyrouth, Caïffa, Jaffa.

¹ L'industrie minière est relativement considérable : exploitation de marbres, de lignites, extraction du plomb, de l'argent, notamment au Laurium, etc., représenteraient une valeur annuelle de 40 millions.

² Les graphiques des figures 20, 21 et 22, ainsi que les tableaux II et III ont été dressés par M. J. Godefroy, qui a pris la peine de réunir tous les éléments de ces statistiques. Nous le remercions ici de ce précieux concours.

appliquée à le faire en exposant, en une plaquette¹ distribuée à ses voyageurs, les conditions économiques dans lesquelles la Grèce s'est trouvée depuis dix ans. Nous n'en donnerons ici qu'un court résumé.

1. Fluctuations du Commerce général de la Grèce.

— Ce sont surtout les variations du change, l'état de sa propre production agricole et les tarifs douaniers des autres pays qui ont influencé la marche du commerce extérieur de la Grèce. Si, par exemple, on constate, en 1891, la marche relativement satisfaisante des affaires qu'indique la figure 22, c'est qu'alors le taux du change, bien que supérieur à celui des années précédentes, n'était pas encore soumis aux oscillations qui, depuis, ont troublé le marché. C'est aussi que le cours des raisins n'avait pas encore eu à supporter les mesures prohibitives prises en ces dernières années par la France.

En 1892, les variations du change atteignirent

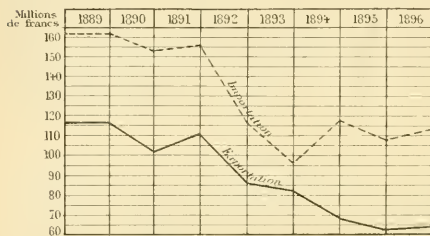


Fig. 20. — Commerce de la Grèce de 1889 à 1896.

4 drachmes 50² par livre anglaise (25 francs)³. Ayant de ce fait à subir une perte énorme dans le paiement de leurs achats, les Grecs s'appliquèrent à les restreindre. Non moins touchés furent les étrangers qui avaient coutume de s'approvisionner en Grèce : ils réduisirent leurs commandes. Ce fut une véritable catastrophe financière.

Le désastre continua en 1893. Le taux du change atteignit 40 D. à la livre. Les importations se réduisirent au strict nécessaire. Heureusement la récolte fut exceptionnellement abondante, et la vente du raisin vint empêcher la baisse des exportations d'être aussi considérable que l'état du marché financier l'avait fait craindre.

Tandis qu'en 1892 la Grèce avait récolté 115 millions de kilos de raisin, en 1893 elle récolta 180 millions. Le prix du kilo baissa. C'est alors que la France se proposa d'élever d'une façon considé-

rable les droits d'entrée des raisins secs. Grosse menace pour la Grèce⁴. Les importateurs français se hâtèrent de faire des provisions ; ce sont leurs acquisitions qui, en 1893, ont ralenti la chute de l'exportation grecque.

Cependant, les finances du pays s'épuisaient. Le canal de Corinthe, commencé en 1888, avait coûté 70 millions. L'État hellénique avait besoin d'argent. Un emprunt s'imposait. Le Gouvernement s'y résigna forcément : le 11 juin 1893, il le contracta pour cent millions de drachmes or, au taux élevé de 5 %.

La figure 20 indique une plus-value des importations en 1894. Ce relèvement doit être attribué à la nécessité où se sont alors trouvés les négociants grecs de renouveler leurs stocks de produits étrangers ; ces produits avaient été consommés en 1893, année pendant laquelle le mouvement des entrées avait été paralysé par une crise commerciale aiguë et, de plus, par des quarantaines imposées aux provenances d'Europe et d'Asie.

Mais la cause qui relevait ainsi l'importation ne pouvait s'exercer sur l'exportation. Celle-ci eut notamment à souffrir des maladies qui, en 1894, sévirent sur les vignes et diminuèrent non seulement la production, mais aussi la qualité du raisin. Bien que peu abondant, ce produit ne fut vendu qu'à raison de 12 à 23 francs les cent kilos.

2. Relations commerciales de la Grèce avec les autres pays. — Quelle est, pour chaque nation en

¹ Afin d'en bien saisir la portée, il est utile de considérer les chiffres suivants, relatifs aux prix des raisins de Corinthe, de 1892 à 1894. Ces chiffres se rapportent à 50 kilos emballés franco à bord à Patras :

CAMPAGNE DE 1892-1893

A l'ouverture de la saison :

Qualités supérieures	Fr. 36 »
— ordinaires	21 »
— inférieures	» »

A la fin de la saison :

Qualités supérieures	Fr. Epuisées
— ordinaires	18 50

A la fin de la campagne 1892-1893 :

Qualités supérieures	Fr. 13 50
— inférieures	11 25

CAMPAGNE 1893-1894

A l'ouverture de la saison :

Qualités supérieures	Fr. 27 50
— ordinaires	11 25
— inférieures	10 60

A la fin de 1893 :

Qualités supérieures	Fr. 12 50
— ordinaires	7 80
— inférieures	6 25

A la fin de la campagne 1893-1894 :

Qualités supérieures	Fr. 11 25
— ordinaires	7 80
— inférieures	6 25

¹ Le Commerce de la Grèce et les intérêts français, publication de la Revue générale des Sciences, avril 1898.

² La drachme grecque équivalait à peu près à 1 franc de notre monnaie ; la lepta à 1 centime.

³ En 1891, le change le plus élevé avait été 3 drachmes 25.

relation d'affaires avec la Grèce, sa part dans les importations et les exportations de ce pays? Pour que tous les voyageurs pussent en juger rapidement, la *Revue* avait mis sous leurs yeux deux tableaux en couleurs, que reproduisent nos figures 21 et 22, et elle y avait joint le relevé des échanges entre la Grèce et la France (tableaux II et III).

Il suffit de jeter les yeux sur ces figures pour être frappé de la marche de nos transactions avec les Grecs. Nos affaires avec eux n'ont pas seulement

Depuis longtemps ce raisin avait trouvé dans notre pâtisserie un débouché de quelque valeur¹; il était recherché sur nos tables; enfin, notre distillerie et notre vinification y recouraient de plus en plus². Ce dernier usage s'était particulièrement développé chez nous, à la suite de la dévastation de nos vignobles par le phylloxera. En ces dix dernières années, la France était devenue le plus important client de la Grèce pour le raisin de Corinthe. C'est au point qu'en 1894 le chiffre de notre impor-

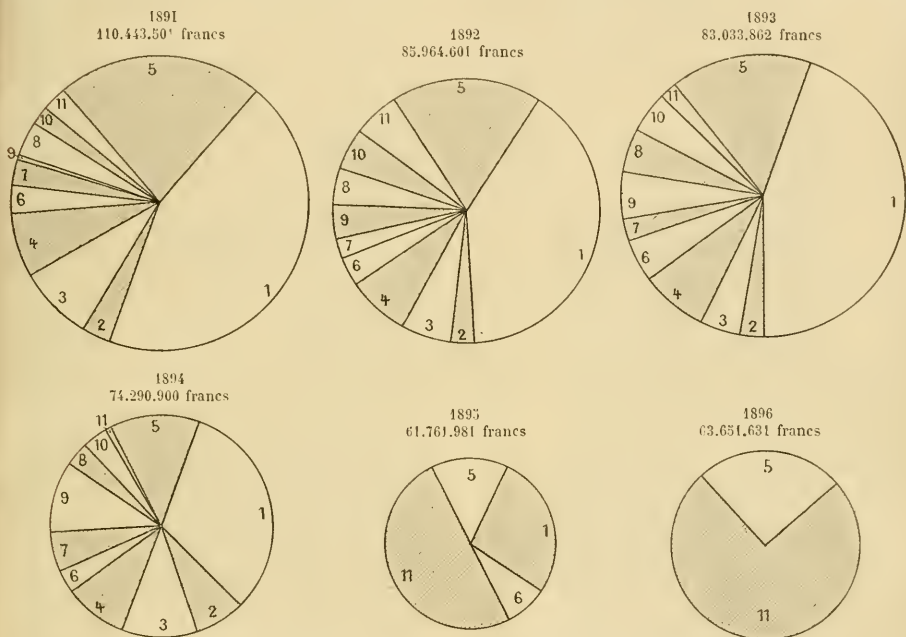


Fig. 21. — Commerce de la Grèce avec les autres nations de 1891 à 1896 (Exportations de la Grèce).

Angleterre	1	Autriche-Hongrie	4	Italie	7	Hollande	10
Russie	2	France	5	Etats-Unis	8	Autres pays	11
Turquie et Egypte	3	Allemagne	6	Belgique	9		

souffert de la réduction de l'ensemble de leur commerce; elles se sont ressenties aussi des mesures prohibitives que nous avons prises contre l'entrée de leur raisin dans nos ports.

On sait que le raisin de Corinthe est, de tous les produits de la Grèce, son principal article d'exportation. C'est lui qui, sous forme soit de raisin, soit de vin, alimente tout le commerce de Patras³.

La production de ce produit atteignit 7.500.000 francs. Or, depuis plusieurs années déjà, les ravages causés par le terrible insecte avaient été en partie réparés, et le Gouvernement français s'était préoccupé de réduire l'introduction des raisins secs dans nos ports. En 1893, le Parlement vota la loi — appli-

par des bois d'Acarnanie: ils firent venir ces bois sous forme de troncs, et établirent à Patras cinq scieries à vapeur pour débiter les arbres en planches.

¹ Lorsqu'il est destiné à la pâtisserie, le raisin de Corinthe s'exporte soit en caisses de 50 kilos au plus, soit en barils d'environ 80 kilos.

² Quand le raisin est destiné à intervenir dans la vinification ou la distillation, on l'expédie en gros barils ou en sacs de 100 kilos.

³ En ce port, qui est le plus important du royaume, la Grèce concentre, en effet, presque toute sa production viticole. Il en est résulté, en cette ville, une remarquable activité. Jusqu'en 1891, elle recevait de Trieste les planches destinées à l'emballage du raisin. Le progrès des affaires promettant un débouché à l'industrie du bois, plusieurs négociants résolurent de remplacer cet apport de l'étranger

Tableau II. — Commerce de la Grèce avec la France. Exportations de France de 1893 à 1896.

RANG d'importance	DÉSIGNATION DES MARCHANDISES	UNITÉS	QUANTITÉS	VALEURS	RANG d'importance	DÉSIGNATION DES MARCHANDISES	UNITÉS	QUANTITÉS	VALEURS
ANNÉE 1893									
1	Peaux brutes	Kilog.	121,796	980,168	1	Peaux brutes	Kilog.	726,368	1,866,463
2	Peaux préparées	—	543,271	789,822	2	Peaux préparées et ouvrages en peau ou en cuir.	—	1,538,291	1,838,530
3	Tissus, passementerie et rubans de laine	—	504,400	504,400	3	Tissus, passementerie et rubans de laine	—	99,471	1,249,210
4	Tissus, passementerie et rubans de coton	—	76,331	506,376	4	Tissus, passementerie et rubans de soie et de bourse de soie	—	10,370	588,360
5	Outils et ouvrages en métaux	—	478,690	505,690	5	Tissus, passementerie et rubans de coton	—	89,038	506,143
6	Peaux, passementerie et rubans de soie et de Tablature, éventails, broseries et brosses	—	253,094	491,828	6	Outils et ouvrages en métaux	—	457,631	651,561
7	Peaux, passementerie et rubans de soie et de Tablature, éventails, broseries et brosses	—	6,398	471,149	7	Lège ouvré, tablature, binbéléterie, brosse- rie, éventails, boutons	—	33,638	292,414
8	Peaux, passementerie et rubans de soie et de Tablature, éventails, broseries et brosses	—	37,198	328,300	8	Papier, carton, livres et gravures	—	2,640,809	2,212,249
9	Peaux, passementerie et rubans de soie et de Tablature, éventails, broseries et brosses	—	4,152	296,528	9	Peaux de mer secs, saies ou laines	—	3,297,712	4,001,413
10	Papier, carton, livres et gravures	—	224,419	226,340	10	Vêtements et pièces de lingerie cousues	—	1,714,828	1,678,548
11	Papier, carton, livres et gravures	Kilog.	360,041	224,073	11	Peaux de mouton et de chèvre	—	441,096	165,541
12	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	190,858	207,410	12	Papier, carton, livres et gravures	—	6,077	143,925
13	Peaux de mouton et de chèvre	—	38,716	173,491	13	Peaux de mouton et de chèvre	—	608	143,880
14	Peaux de mouton et de chèvre	—	431,221	430,403	14	Peaux de mouton et de chèvre	—	115,043	143,750
15	Peaux de mouton et de chèvre	—	334,365	430,403	15	Peaux de mouton et de chèvre	—	28,353	123,987
16	Peaux de mouton et de chèvre	Kilog.	8,001	430,403	16	Peaux de mouton et de chèvre	—	40,125	18,306
17	Peaux de mouton et de chèvre	—	82,878	2,215,556	17	Peaux de mouton et de chèvre	—	2,036,380	2,036,380
18	Peaux de mouton et de chèvre	—	82,878	2,215,556	18	Peaux de mouton et de chèvre	—	9,747,044	9,747,044
19	Peaux de mouton et de chèvre	—	82,878	2,215,556	19	Peaux de mouton et de chèvre	—	9,747,044	9,747,044
20	Peaux de mouton et de chèvre	—	82,878	2,215,556	20	Peaux de mouton et de chèvre	—	9,747,044	9,747,044
ANNÉE 1894									
1	Peaux brutes	Kilog.	1,437,426	1,915,017	1	Peaux brutes	Kilog.	152,581	1,691,632
2	Tissus, passementerie et rubans de laine	—	96,389	1,104,666	2	Peaux préparées et ouvrages en peau ou en cuir.	—	693,111	1,596,941
3	Peaux préparées	—	132,804	1,090,098	3	Tissus, passementerie et rubanerie de laine	—	71,784	928,270
4	Tissus, passementerie et rubans de soie et de bourse de soie	—	12,008	711,422	4	Farmes de froment et dérivés	Quantité	27,895	657,108
5	Vêtements et pièces de lingerie cousues	—	21,026	614,302	5	Tissus, passementerie et rubanerie de soie et de bourse de soie	Kilog.	11,237	651,215
6	Outils et ouvrages en métaux	—	439,546	545,307	6	Tissus, passementerie et rubanerie de coton	—	100,892	598,002
7	Tissus, passementerie et rubans de coton	—	82,473	508,357	7	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	830,041	830,041
8	Lège ouvré, tablature, boutons	—	12,145	530,283	8	Outils et ouvrages en métaux	—	553,391	660,571
9	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	438,881	282,812	9	Vêtements et pièces de lingerie cousues	—	7,799	333,830
10	Outils et ouvrages en métaux	—	1,128	265,131	10	Lège ouvré, tablature, binbéléterie, brosse- rie, éventails, boutons	—	51,032	361,534
11	Peaux, passementerie et rubans de soie et de Tablature, éventails, broseries et brosses	—	412,666	226,369	11	Armes, poudres et munitions	—	2,008,576	2,008,576
12	Papier, carton, livres et gravures	—	170,809	210,272	12	Papier, carton, livres et gravures	—	290,876	290,876
13	Papier, carton, livres et gravures	Kilog.	470,809	210,272	13	Papier, carton, livres et gravures	—	290,876	290,876
14	Vins	Kilog.	184,408	471,419	14	Peaux de mouton et de chèvre	—	707,888	970,392
15	Armes, poudres et munitions	—	39,190	172,923	15	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	883	201,362
16	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	16	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	519,749	196,616
17	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	17	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797
18	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	18	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797
19	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	19	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797
20	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	20	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797
ANNÉE 1895									
1	Peaux brutes	Kilog.	1,437,426	1,915,017	1	Peaux brutes	Kilog.	152,581	1,691,632
2	Tissus, passementerie et rubans de laine	—	96,389	1,104,666	2	Peaux préparées et ouvrages en peau ou en cuir.	—	693,111	1,596,941
3	Peaux préparées	—	132,804	1,090,098	3	Tissus, passementerie et rubanerie de laine	—	71,784	928,270
4	Tissus, passementerie et rubans de soie et de bourse de soie	—	12,008	711,422	4	Farmes de froment et dérivés	Quantité	27,895	657,108
5	Vêtements et pièces de lingerie cousues	—	21,026	614,302	5	Tissus, passementerie et rubanerie de soie et de bourse de soie	Kilog.	11,237	651,215
6	Outils et ouvrages en métaux	—	439,546	545,307	6	Tissus, passementerie et rubanerie de coton	—	100,892	598,002
7	Tissus, passementerie et rubans de coton	—	82,473	508,357	7	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	830,041	830,041
8	Lège ouvré, tablature, boutons	—	12,145	530,283	8	Outils et ouvrages en métaux	—	553,391	660,571
9	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	438,881	282,812	9	Vêtements et pièces de lingerie cousues	—	7,799	333,830
10	Outils et ouvrages en métaux	—	1,128	265,131	10	Lège ouvré, tablature, binbéléterie, brosse- rie, éventails, boutons	—	51,032	361,534
11	Peaux, passementerie et rubans de soie et de Tablature, éventails, broseries et brosses	—	412,666	226,369	11	Armes, poudres et munitions	—	2,008,576	2,008,576
12	Papier, carton, livres et gravures	—	170,809	210,272	12	Papier, carton, livres et gravures	—	290,876	290,876
13	Papier, carton, livres et gravures	Kilog.	470,809	210,272	13	Papier, carton, livres et gravures	—	290,876	290,876
14	Vins	Kilog.	184,408	471,419	14	Peaux de mouton et de chèvre	—	707,888	970,392
15	Armes, poudres et munitions	—	39,190	172,923	15	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	883	201,362
16	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	16	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	519,749	196,616
17	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	17	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797
18	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	18	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797
19	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	19	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797
20	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	20	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797
ANNÉE 1896									
1	Peaux brutes	Kilog.	1,437,426	1,915,017	1	Peaux brutes	Kilog.	152,581	1,691,632
2	Tissus, passementerie et rubans de laine	—	96,389	1,104,666	2	Peaux préparées et ouvrages en peau ou en cuir.	—	693,111	1,596,941
3	Peaux préparées	—	132,804	1,090,098	3	Tissus, passementerie et rubanerie de laine	—	71,784	928,270
4	Tissus, passementerie et rubans de soie et de bourse de soie	—	12,008	711,422	4	Farmes de froment et dérivés	Quantité	27,895	657,108
5	Vêtements et pièces de lingerie cousues	—	21,026	614,302	5	Tissus, passementerie et rubanerie de soie et de bourse de soie	Kilog.	11,237	651,215
6	Outils et ouvrages en métaux	—	439,546	545,307	6	Tissus, passementerie et rubanerie de coton	—	100,892	598,002
7	Tissus, passementerie et rubans de coton	—	82,473	508,357	7	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	830,041	830,041
8	Lège ouvré, tablature, boutons	—	12,145	530,283	8	Outils et ouvrages en métaux	—	553,391	660,571
9	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	438,881	282,812	9	Vêtements et pièces de lingerie cousues	—	7,799	333,830
10	Outils et ouvrages en métaux	—	1,128	265,131	10	Lège ouvré, tablature, binbéléterie, brosse- rie, éventails, boutons	—	51,032	361,534
11	Peaux, passementerie et rubans de soie et de Tablature, éventails, broseries et brosses	—	412,666	226,369	11	Armes, poudres et munitions	—	2,008,576	2,008,576
12	Papier, carton, livres et gravures	—	170,809	210,272	12	Papier, carton, livres et gravures	—	290,876	290,876
13	Papier, carton, livres et gravures	Kilog.	470,809	210,272	13	Papier, carton, livres et gravures	—	290,876	290,876
14	Vins	Kilog.	184,408	471,419	14	Peaux de mouton et de chèvre	—	707,888	970,392
15	Armes, poudres et munitions	—	39,190	172,923	15	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	883	201,362
16	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	16	Poissons de mer secs, saies ou laines	—	519,749	196,616
17	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	17	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797
18	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	18	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797
19	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	19	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797
20	Armes, poudres et munitions	—	112,861	172,923	20	Peaux de mouton et de chèvre	—	453,410	153,797

Tableau III. — Commerce de la France avec la Grèce. Importations en France de 1893 à 1896.

RANG d'import- tance	DÉSIGNATION DES MARCHANDISES	UNITÉS	QUANTITÉS	VALEURS	RANG d'import- tance	DÉSIGNATION DES MARCHANDISES	UNITÉS	QUANTITÉS	VALEURS
ANNÉE 1893									
1	Raisins secs.	Kilo.	45.510.375	4.653.173	1	Epouges.	Kilo	173.317	2.707.380
2	Vins.	Hectol.	142.532	4.051.660	2	Soie et bourre de soie.	—	83.630	1.180.440
3	Epouges.	kilo	236.397	3.103.065	3	Raisins secs.	—	5.476.553	1.117.802
4	Soie et bourre de soie.	—	133.360	1.801.860	4	Vins.	Hectol.	24.232	717.440
5	Huile fixe pure d'olive.	—	2.654.023	1.521.710	5	Peaux et pelletteries brutes.	Kilo	130.219	621.753
6	Nickel (minéral).	—	3.286.570	1.478.357	6	Zinc (minéral).	—	4.400.000	620.200
7	Pierres et terres servant aux arts et métiers.	—	2.483.990	1.316.199	7	Fruits de table confits.	—	458.741	329.663
8	Tabac en feuilles ou en côtes.	—	1.052.562	1.291.651	8	Raisins tapés.	—	495.014	297.008
9	Peaux et pelletteries brutes.	—	133.305	610.649	9	Fer (minéral).	—	20.251.000	293.263
10	Plomb en masses brutes argentifères.	—	26.975.000	377.650	10	Tabac en feuilles ou en côtes.	—	437.118	297.396
11	Manganèse.	—	934.000	377.600	11	Huile fixe pure d'olives.	—	231.731	183.093
12	Zinc (minéral).	—	3.600.000	360.000	12	Médicaments composés non dénommés.	—	10.389	113.833
13	Céréales (grains).	—	1.800.000	217.500	13	Os, sabots et cornes bruts.	—	308.552	108.099
14	Autres articles.	Quintal	13.576	219.670	14	Esèces médicinales.	—	14.253	15.233
				1.529.671	15	Epouges seches et leurs farines.	—	31.303	87.341
					16	Cote de poisson.	—	73.212	73.212
						Autres articles.	—	2.817	385.665
			23.274.015						9.144.951
ANNÉE 1894									
1	Raisins secs.	Kilo	25.046.606	7.514.000	1	Vins.	Hectol.	100.738	4.079.950
2	Epouges.	Hectol.	247.196	3.714.115	2	Raisins secs.	Kilo	22.102.381	4.015.938
3	Vins.	—	20.967	1.433.528	3	Epouges.	—	183.601	3.301.869
4	Soie et bourre de soie.	Kilo	91.730	1.153.738	4	Soie et bourre de soie.	—	1.129.938	1.429.938
5	Huile fixe pure d'olives.	—	909.909	773.623	5	Raisins tapés.	—	985.937	690.156
6	Zinc (minéral).	—	4.180.000	627.000	6	Fruits de table confits.	—	785.485	573.110
7	Tabac en feuilles ou en côtes.	—	396.437	690.311	7	Peaux et pelletteries brutes.	—	125.919	431.214
8	Peaux et pelletteries brutes.	—	59.206	232.016	8	Zinc (minéral).	—	1.796.200	287.392
9	Fruits de table confits.	—	361.779	217.638	9	Médicaments composés.	—	110.416	251.125
10	Manganèse (minéral).	—	1.400.000	140.000	10	Esèces médicinales.	—	46.538	196.968
11	Pierres et terres servant aux arts et métiers.	Quintal	40.686	175.861	11	Fer (minéral).	Tonne	23.622	188.976
12	Graines et fruits oléagineux.	Kilo	1.031.500	154.725	12	Legumes secs et leurs farines.	Kilo	595.197	150.101
13	Os, sabots et cornes bruts.	—	399.351	112.557	13	Tabac en feuilles ou en côtes.	—	102.470	141.330
14	Autres articles.	—	334.561	112.251	14	Médicaments composés non dénommés.	—	129.873	84.395
15	Fer.	—	7.803.000	101.439	15	Essence de rose.	—	76	76.000
				887.615	16	Tourteaux de graines oléagineuses.	—	504.160	75.024
					17	Os, sabots et cornes bruts.	—	273.733	73.400
					18	Huile fixe pure d'olives.	—	113.953	69.190
						Autres articles.	—	537.274	537.274
			17.869.337						16.483.519

cable à partir de 1894 — qui a élevé de 15 francs à 25 francs par cent kilos le droit d'entrée de ces raisins. Cette augmentation de l'impôt retentit tout de suite sur l'importation. Dès 1895, celle-ci tomba à 1.100.000 francs. L'importation des vins faits avec le raisin de Corinthe suivit aussi une marche rétrograde : de 4.000.000 de francs, chiffre

ce droit à 5 francs les 100 kilos; l'Allemagne, à 10 francs; la Hollande à 2 fr. 50; la Suède à 15 fr.; les États-Unis, à 9 fr. 50. La Russie, qui autrefois n'achetait pas de raisin à la Grèce, est aussi entrée dans cette voie, et actuellement c'est elle qui a pris la majeure partie de la place que la France occupait dans l'achat du raisin sec.

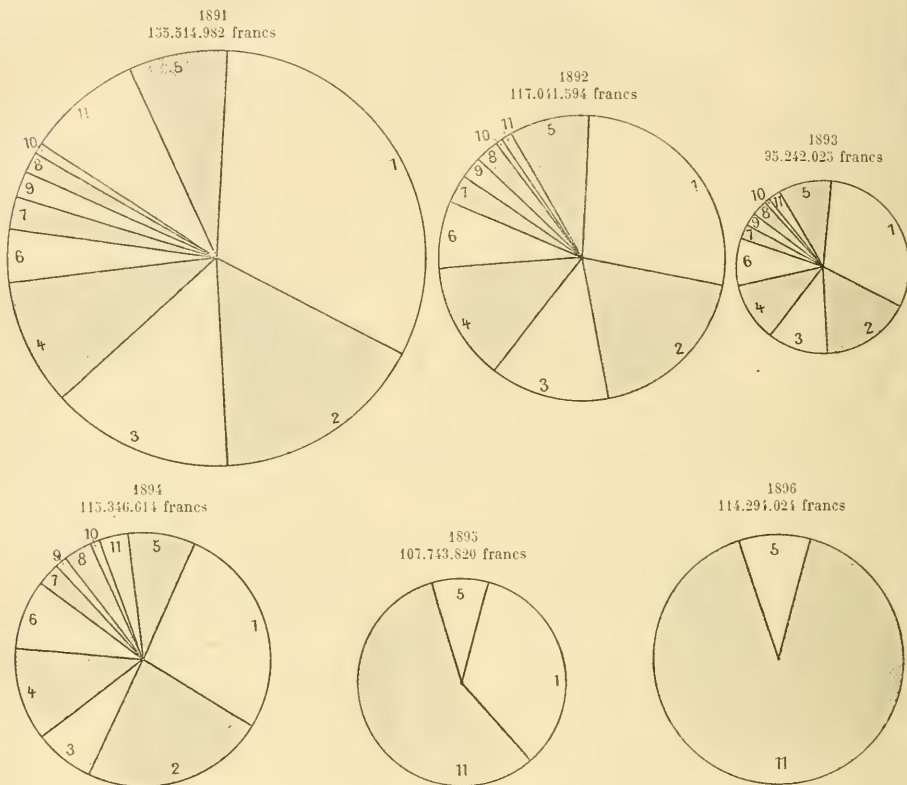


Fig. 22. — Commerce de la Grèce avec les autres nations de 1891 à 1896 (Importations en Grèce).

Angleterre	1	Autriche-Hongrie	4	Italie	7	Hollande	10
Russie	2	France	5	Etats-Unis	8	Autres pays	11
Turquie et Egypte	3	Allemagne	6	Belgique	9		

qu'elle avait atteint en 1893, elle est tombée à 700,000 francs en 1895.

Tandis que les outranciers du protectionnisme se réjouissaient de ce résultat, plusieurs pays, jusqu'alors tributaires de la France pour les vins, ont tout de suite profité de cette situation. L'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne, la Hollande, la Suède et les États-Unis d'Amérique se sont empressés d'abaisser leurs droits d'entrée sur les vins de Corinthe. L'Angleterre et la Belgique ont réduit

De cette concurrence directe les intérêts français ont immédiatement pâti; car, ce que les pays étrangers ont alors demandé à la Grèce, ils ont cessé de l'acheter chez nous.

D'autre part, comme nous aurions dû le prévoir, la Grèce a riposté à nos tarifs prohibitifs par un remaniement de sa législation douanière. Par la loi du 7/19 février 1891, elle avait accordé aux produits français jusqu'au 1^{er} février 1892 le traitement de la nation la plus favorisée. A cette échéance,

la loi avait été prorogée pour six mois; et, après ce délai, cette prorogation avait été renouvelée à chaque semestre jusqu'en 1894. De sorte qu'à cette date les produits français ont joui, en Grèce, des tarifs conventionnels. Mais, à la suite des mesures de protection prises par la France à l'égard des raisins secs (loi de 1893, appliquée en 1894), le Gouvernement hellénique — dérogeant à ses principes économiques¹ — augmenta d'une surtaxe fixe de 15 %² ses droits d'entrée sur presque tous nos produits³. Cette surtaxe a, surtout depuis deux ans, fait baisser l'entrée en Grèce de nos *lainages*, de nos *cuirs* et de nos *spécialités pharmaceutiques*.

L'un de nous a déjà indiqué ici même deux autres causes de la décadence de l'importation française : l'insuffisance de notre représentation commerciale et le régime de nos transports maritimes⁴.

Ces deux vices de notre organisation économique ont été signalés avec insistance aux touristes de la *Revue*. Afin de leur faire sentir l'infériorité où nous mettent, à l'égard de l'Italie du Nord, de l'Allemagne, de l'Autriche et de la Russie, l'état de notre marine marchande et notamment l'insuffisance de notre cabotage, trois cartes, dressées par M. J. Machat à l'intention des touristes, représentaient, à bord du *Sénégal* et de l'*Orénoque*, les services de navigation de toutes nationalités dans la Méditerranée et la mer Noire.

Dans une prochaine livraison, nous rendrons compte de la partie de la croisière accomplie en territoire ottoman.

Georges Radet,

Professeur à l'Université de Bordeaux.

Louis Olivier,

Docteur ès Sciences.

LE MÉCANISME DE LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

ET LES EXPÉRIENCES DE BUCHNER

L'invention du vin, de la bière et de plusieurs autres boissons fermentées remonte aux origines de l'histoire, mais c'est seulement au Moyen Âge, avec les alchimistes arabes, qu'on a eu la première connaissance de l'alcool. Une question importante s'est alors posée : comment ce corps prend-il naissance au cours de la fermentation ? Il n'était d'abord pas facile d'y répondre, mais peu à peu la lumière s'est faite et, grâce à de nombreuses recherches auxquelles ont pris part les plus grands savants du siècle, grâce aussi à la récente découverte d'Edouard Buchner⁵, on peut décrire aujourd'hui d'une manière presque complète le processus de la fermentation alcoolique.

I

C'est Basile Valentin qui s'est essayé, le premier semble-t-il, à donner une explication de la pré-

sence de l'alcool dans les boissons fermentées. Basile Valentin supposait que ce corps préexistait dans les liquides avant toute fermentation, lié à des parties troubles (?) que la levure — c'est ainsi qu'on désignait déjà cette espèce de boue qu'on trouve au fond des liquides après la fermentation — avait pour effet de séparer : « il ne devient, dit-il, actif et susceptible d'être obtenu par distillation qu'après avoir été débarrassé des impuretés qui l'accompagnent et qui masquent ses propriétés principales ».

Cette opinion fut à peu près celle de Lémery. Elle eut cours jusqu'en 1682, époque à laquelle Becher prouva que l'alcool est engendré par la fermentation et qu'il prend naissance aux dépens du sucre.

Une telle découverte suscitait une explication nouvelle. Willis (1689), puis Stahl (1697) se chargèrent de la donner. Il y eut alors une théorie générale de la fermentation, applicable à la fermentation alcoolique comme à tous les phénomènes qui semblaient s'en rapprocher, aux phénomènes putréfactifs, par exemple. Le ferment devint un corps doué d'un certain mouvement intérieur qu'il pouvait communiquer aux corps fermentescibles. Ceux-ci étaient alors décomposés en leurs particules constituantes, lesquelles se recombinaient à nouveau, en proportions différentes, pour donner des corps plus stables. Dans le cas qui nous occupe, le sucre, formé par l'union peu intime de sel, d'huile et de terre, donnait l'alcool et l'acide carbonique.

Au temps où elle fut émise, cette explication pou-

¹ Eu ce qui concerne les droits d'entrée, la Grèce s'inspire du système allemand, qui consiste à dégrever l'entrée des matières premières étrangères à la production nationale et à grever plus fortement les produits ouvrés.

² Les droits d'entrée sont payables en or, la Grèce en manquant.

³ Seuls, les suivants sont restés soumis aux droits anciens :

Blé et méteil en grains	(quintal grec . . .	1 fr. 64
Sucre	orque . . .	75
Cotonnades	— . . .	2 »

Le quintal grec équivaut à 56 kil. 300; l'ocque, à 1 kil. 280; la dramme, à 0 kil. 0032.

⁴ Voyez la *Revue* du 30 janvier 1898, t. IX, page 48.

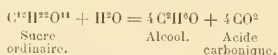
⁵ Voyez la *Revue* du 30 avril 1897, p. 321.

vait passer pour satisfaisante; au fond, elle ne reposait sur aucun argument sérieux; on ignorait totalement la constitution des corps d'origine organique, et la théorie de Willis et de Stahl ne pouvait avoir de valeur que celle qui s'attache aux mots.

La question en resta là jusqu'au moment où Lavoisier vint, qui orienta les idées dans une direction vraiment scientifique et permit d'aborder le problème sur un terrain solide.

Celui qui fut le véritable fondateur de la Chimie essayait alors de démontrer l'exactitude du principe de la conservation de la matière. A cette occasion, il entreprit, entre autres recherches, d'établir, la balance à la main, les relations qui existent entre le sucre et ses produits de fermentation. Il fut ainsi conduit à cette conclusion très simple que le sucre doit se scinder intégralement par la fermentation en alcool et en acide carbonique.

Avec des méthodes plus précises, Gay-Lussac et Thénard ne firent que confirmer sa conclusion. Il y avait bien, à la vérité, un petit désaccord entre la théorie et l'expérience, mais cela ne fut que momentané; sur une remarque de Dumas et Boullay, qu'il suffisait d'ajouter au sucre les éléments d'une molécule d'eau de la dissolution, tout s'arrangea, et Gay-Lussac put poser l'équation définitive de la fermentation alcoolique :



Avec elle, la question se limitait; au lieu d'être aux prises avec ce singulier complexe de sel, d'huile et de terre dont parlait Stahl, on n'avait plus affaire qu'à un corps défini, dont on connaissait la composition et celle de ses produits de dédoublement. Il n'y avait plus, semblait-il, qu'à réaliser la même transformation par quelque processus physico-chimique dont on retrouverait ensuite les conditions dans les liquides qui fermentent. La formule de Gay-Lussac fit fortune.

Mais, vers 1860, un de ces examens approfondis, comme en savait faire Pasteur, montra que la fameuse formule était inexacte; qu'à côté du sucre il se faisait d'autres produits, notamment de la glycérine et de l'acide succinique.

L'erreur de ceux qui, jusque-là, avaient essayé de résoudre le problème provenait de ce qu'ils avaient négligé la cause même du phénomène de fermentation, phénomène qui est avant tout d'ordre biologique. Ils avaient examiné les transformations vraisemblablement simples que devaient subir les corps, sans se douter que ces transformations sont produites par un être vivant qui assimile, croît, multiplie et excrète.

Et, en effet, Leuwenhœck, Desmazières, mais surtout Cagniard de Latour (1835), puis Kützing,

Turpin, Mitscherlich avaient reconnu dans la levure un amas de globules susceptibles de se reproduire par bourgeonnement, et non une matière simplement organique ou chimique comme on le croyait.

Cagniard de Latour avait même avancé « que c'est très probablement par quelque effet de leur végétation que les globules de levure dégagent de l'acide carbonique de la liqueur sucrée et la convertissent en liqueur spiritueuse »; mais Liebig, dont le nom faisait autorité en Chimie, s'était vivement opposé à cette manière de voir. D'après lui, la levure de bière était une substance en voie de décomposition, capable de reporter sur d'autres corps l'état dans lequel elle se trouvait.

De leur côté, Berzélius et Mitscherlich, dont les noms n'étaient pas moins célèbres, ne voulaient voir dans la fermentation qu'une action de contact, due à la force catalytique.

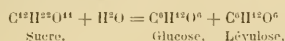
Pasteur opposa à ces spéculations métaphysiques des expériences précises. Reprenant l'étude complète de la fermentation, il réussit à établir que la levure assimile la totalité du sucre mis à sa disposition, édifie, aux dépens de celui-ci, la cellulose, la matière grasse et les autres substances nécessaires à son développement, et rejette le reste, principalement sous la forme d'alcool et d'acide carbonique. Non seulement la levure ne se décompose pas au sein du liquide qui fermente, mais, au contraire, elle y trouve la source de son activité et s'y multiplie en abondance. Aussi, terminait-il son beau mémoire en écrivant : « Que la fermentation alcoolique est un acte corrélatif de la vie, de l'organisation de globules, non de la mort ou de la putréfaction de ces globules, pas plus qu'elle n'apparaît comme un phénomène de contact où la transformation du sucre s'accomplirait en présence du ferment, sans lui rien donner ni rien lui prendre ».

C'était l'anéantissement des théories mécaniques et des forces catalytiques défendues par Liebig, par Berzélius et Mitscherlich. Au lieu de considérer la levure comme un être accessoire, qui pouvait bien, à la rigueur, se développer dans le liquide sucré, mais sans prendre part à la fermentation alcoolique, au lieu de voir dans celle-ci une réaction provoquée par la décomposition ou le contact de matières protéiques venues de la levure ou d'autre part, il fallait maintenant rapporter le phénomène à la levure, et à la levure vivante. La nouvelle théorie était une théorie vitaliste. Elle eut, comme on sait, la plus heureuse influence sur le développement général des sciences biologiques, mais ne suffit pas à l'explication complète du phénomène particulier de la fermentation. Il restait à

découvrir les procédés de l'être vivant, à trouver par quelle suite de moyens la levure passait du sucre à l'alcool, à l'acide carbonique et aux autres produits qu'on rencontre dans les liquides fermentés.

II

Ce furent des observations antérieures de Doberiner et de Mitscherlich, complétées par celles de Dubrunfaut, qui indiquèrent la nouvelle piste. Quand on examine attentivement ce que le sucre devient sous l'influence de la levure, on voit qu'il change de propriétés avant d'entrer en fermentation. Conformément à la remarque théorique de Dumas et Boullay, il fixe une molécule d'eau et se change en sucre interverti, c'est-à-dire en un mélange de glucose et de lévulose, lesquels sont directement fermentescibles :



Mais, ce qu'il y a de particulièrement remarquable, c'est que l'hydratation du sucre est produite par une substance soluble, excrétée par la levure et répandue dans la totalité du liquide. M. Berthelot l'a prouvé en la séparant par addition d'une grande quantité d'alcool, après avoir filtré les globules.

Chimiquement, cette substance, appelée *sucrase* (Duclaux), se comporte vis-à-vis du sucre de la même manière que les acides dilués. C'est donc une sorte de réactif que la levure fabriquerait pour rendre le sucre assimilable.

De là à supposer que la fermentation alcoolique elle-même pouvait être produite par une substance voisine de la sucrase, il n'y avait qu'un pas. Claude Bernard essaya de le franchir, mais la mort le surprit au milieu de ses expériences. D'autres chercheurs, en particulier Denys Cochin¹, poursuivirent ses tentatives, mais, pas plus que lui, ils ne purent réussir à déceler, dans les liquides où vit la levure, une substance capable de scinder le glucose en alcool et en acide carbonique. Cette déconvenue semble d'ailleurs, jusqu'à un certain point, explicable.

La levure, comme tout être vivant, consomme de l'énergie, indispensable tout au moins à l'édification de ses tissus et à la synthèse de ses principes immédiats. Elle n'a, pour trouver cette énergie, ni la ressource des plantes vertes, auxquelles la chlorophylle permet d'utiliser les radiations solaires, ni la haute faculté de combustion par l'oxygène² que possèdent les animaux. Par contre, elle en trouve la source dans une réaction exothermique,

réalisée sur une grande échelle. Cette réaction est la décomposition du glucose ou du lévulose en alcool et en acide carbonique, réaction qui dégage environ 21 calories et demie par molécule-gramme.

Or, n'est-il pas plus vraisemblable, *a priori*, que cette réaction doive s'effectuer là même où elle est utilisable, c'est-à-dire dans l'intimité du protoplasma, dans l'intérieur de la cellule? On objectera peut-être, dans un esprit de généralisation trop superficiel, que l'hydratation du sucre, qui est un peu exothermique, est bien produite par une substance dissoute dans le liquide de culture. Mais on pourra répondre aussi que le sucre ordinaire, n'étant pas assimilable, serait sans aucun profit pour la levure si celle-ci ne le convertissait d'abord en glucose et en lévulose; qu'il paraît indifférent, dès lors, que l'action de la sucrase s'exerce au dedans ou au dehors de la cellule.

III

Quoi qu'il en soit, c'est en cherchant dans l'intérieur des globules de levure que Buchner a fini par mettre la main sur le ferment soluble alcoolique. Il lui a donné le nom de *zymase*, et voici la méthode qu'il indique pour le mettre en évidence³.

On prend de la levure de fermentation basse, comme celle des brasseries de Munich, et, après l'avoir bien lavée, on l'exprime fortement pour en séparer, autant que possible, l'eau d'interposition. On la mélange ensuite avec du sable et de la terre d'infusoires et l'on soumet le tout à un broyage énergique. Grâce aux matières solides ajoutées, les globules sont bientôt écrasés, leur enveloppe se déchire et laisse écouler le suc cellulaire mélangé au protoplasma. La masse, qui était au début presque sèche et pulvérulente, devient humide et se prend en pâte. On l'enferme dans une toile et on la soumet à une pression atteignant jusqu'à 500 et même 600 kilos par cm. carré. Sous l'effort de cette pression considérable, un liquide s'écoule peu à peu, qu'on recueille, à travers un filtre de papier, dans une éprouvette entourée de glace.

Un peu épais, de couleur jaune et légèrement opalescent, ce liquide représente un mélange intime de tous les éléments solubles de la cellule de levure. C'est ainsi qu'à côté d'une forte proportion de matières albuminoïdes, auxquelles il doit de se coaguler en masse sous l'influence de la chaleur, il renferme divers réactifs biochimiques, comme la sucrase dont il a été déjà question, la pepsine ou une substance analogue, provoquant la digestion des matières albuminoïdes, des ferments d'oxydation ou oxydases, semblables à ceux que j'ai signa-

¹ *Annales de Chimie et de Physique*, 5^e série, t. XXI, p. 430, 1880.

² Sauf, dans certaines conditions; mais alors la levure ne fonctionne plus comme ferment alcoolique.

³ *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XX, p. 117, 1110, 2663, etc.

lès dans un si grand nombre de plantes, etc. Mais ce qui rend ce liquide surtout intéressant, c'est sa propriété d'agir sur les sucres fermentescibles, comme la levure elle-même, et de les décomposer en un mélange d'alcool et d'acide carbonique.

J'ai eu la satisfaction d'assister, dans le laboratoire de Buchner, à cette remarquable expérience. Du suc de levure, préparé devant moi comme il a été décrit, fut mélangé dans un tube avec son volume d'une solution sucrée à 75 %, puis abandonné à lui-même sur une table du laboratoire. Malgré la température relativement basse et la haute teneur en sucre, conditions peu favorables à l'évolution d'êtres vivants, on vit, après une vingtaine de minutes, apparaître de petites bulles de gaz au sein du liquide; dix minutes plus tard, le dégagement était très manifeste et, après une heure, les bulles de CO_2 formaient déjà une mousse de près d'un centimètre d'épaisseur.

Étant données les conditions de l'expérience et la rapidité de la réaction — il a fallu d'abord que le liquide se saturât de gaz — on avait déjà bien la sensation qu'on n'était pas là en face d'un phénomène vital et qu'il intervenait autre chose que les rares bactéries présentées dans le liquide; mais ce qui, dans la suite, devint absolument démonstratif, ce fut la réussite de la même expérience avec du suc de levure débarrassé de micro-organismes par filtration à travers une bougie de porcelaine.

Comme je l'ai dit, la zymase transforme le sucre en alcool et en acide carbonique. Buchner a fait de nombreuses expériences à ce sujet et, en opérant d'une manière quantitative, il a observé que la proportion des substances apparues aux dépens du sucre justifiait, à très peu près, l'équation théorique de Gay-Lussac¹.

Ainsi, de la série des réactifs mis en jeu par la cellule de levure pour utiliser le sucre, nous connaissons maintenant deux termes : la sucrase, qui provoque la mise en liberté du glucose et du lévulose, et la zymase, qui transforme ces deux corps en alcool et en acide carbonique. Pour compléter la nomenclature, il reste à trouver des ferments analogues qui produisent la glycérine, l'acide succinique et les autres substances élaborées par la levure. Mais, avant d'en arriver à ces découvertes, réservées sans doute à ceux qui poursuivront l'étude captivante du liquide de Buchner, deux points sont encore à éclaircir pour avoir de la question posée au début une solution complète. Il reste à déterminer la nature chimique de la zymase et surtout à expliquer comment cette zymase réagit sur le glucose. Sur ces deux points, en effet, il est difficile de pondre. On sait seulement que le suc de levure

perd son activité fermentative quand on modifie les matières albuminoïdes qu'il renferme, soit par le chauffage, soit par la digestion pepsique; aussi peut-on supposer que la zymase doit être une matière albuminoïde. Mais, où l'incertitude se change en ignorance, c'est quand il s'agit d'expliquer le mode d'action de la zymase sur le glucose.

D'abord, on ne peut comparer la fermentation alcoolique à aucune des transformations provoquées par les autres ferments solubles. Les oxydases, par exemple, fixent l'oxygène libre sur certains corps; souvent, le produit qui résulte de cette oxydation se polymérise, mais sa constitution chimique reste en relation assez étroite avec celle du corps primitif. Les diastases fixent de l'eau au lieu d'oxygène, mais, pas plus que les oxydases, elles n'altèrent profondément la structure moléculaire des corps qu'elles attaquent. Ainsi, le sucre ordinaire est formé par la soudure, avec perte d'eau, d'une molécule de glucose et d'une molécule de lévulose : en fixant de l'eau sur le sucre, la sucrase détruit simplement cette union. La zymase, au contraire, disloque complètement la molécule sucrée; elle en brasse, pour ainsi dire, tous les atomes, qu'elle divise ensuite en plusieurs groupements sans rapport manifeste avec le premier.

En second lieu on n'a pas d'exemple d'une transformation analogue obtenue régulièrement par les procédés de laboratoire. En électrolysant le glucose dans des conditions spéciales, M. Berthelot a bien constaté la production d'une très petite quantité d'alcool, mais l'explication de cette expérience est encore très obscure. Il en est de même de la production accessoire d'alcool réalisée par Bouchardat en faisant réagir l'amalgame de sodium sur différents sucres et aussi de la curieuse transformation, signalée par M. Duclaux, du glucose en alcool et acide carbonique sous l'influence des radiations solaires.

Si ce n'est à l'aide d'hypothèses plus ou moins risquées, il est donc encore impossible de dire comment s'effectue la transformation du sucre par la zymase. Cette transformation est néanmoins un fait bien établi, et l'on doit considérer la découverte de Buchner comme un progrès important réalisé dans l'étude de la fermentation alcoolique. Nous sommes certains aujourd'hui que l'alcool peut dériver du sucre sans l'intervention de la cellule vivante, par la simple influence d'un réactif chimique. Celui-ci est, il est vrai, peu connu encore quant à sa nature et à son fonctionnement, mais cela ne laisse pas moins présager le jour où, la clef du mystère étant enfin trouvée, on pourra obtenir l'alcool industriellement à l'aide des seules ressources de la Chimie.

Gabriel Bertrand,
Docteur ès sciences,
Assistant au Muséum.

¹ *Berichte der deut. chemischen Gesellschaft*, 1898, p. 568.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Stanley (William Ford), F. R. A. S. — *Notes on the nebular Theory in relation to stellar, solar, planetary, cometary and geological phenomena.* — 1 vol. in-8° de 239 pages. Kegan Paul, Trench, Trubner et Co, éditeurs. Londres.

Comme l'indique son titre, l'ouvrage de M. W. Stanley n'a pas la prétention d'épuiser le sujet, ni même d'en donner un exposé complet. Ce sont de simples *notes*, dans lesquelles les vues de l'auteur tiennent une place prépondérante, et qui ont trait à la formation des systèmes solaires. L'idée dirigeante est, naturellement, celle de la condensation d'une nébuleuse primitive, qui a formé un certain nombre de noyaux distincts, d'où sont sortis finalement le Soleil et les planètes. La difficulté, comme dans toutes les théories nébulaires, est naturellement le début. L'auteur admet que le premier état de la matière était la *pneumie*, ou sous-atome, d'où toute matière est sortie par association. La nébuleuse se concentrant de plus en plus, sa surface abandonne de temps en temps un anneau qui devient une nouvelle planète, de telle sorte que chacune d'elles a pu, étant entièrement condensée, assister à la naissance de toutes les planètes inférieures. Dans ces conditions, la nébuleuse centrale, de plus en plus réduite, devait donner une lumière allant en se diffusant de moins en moins, et qui subissait une forte diminution lorsque, par la séparation de nouveaux anneaux, il s'établissait un écran qui en masquait la plus grande partie. C'est ainsi que la Terre a dû être soumise à des périodes successives pendant lesquelles elle recevait, de l'astre central, une lumière plus ou moins vive, provenant d'un angle de plus en plus réduit. L'auteur compte neuf de ces périodes, celle dans laquelle nous vivons étant la dernière, la période définitive de radiation solaire intense.

C'est peut-être s'avancer un peu que d'affirmer l'existence de ces neuf périodes, mais, dans la discussion d'une théorie nébulaire, la place de l'imagination devra toujours être réservée. Comme on a pu s'en convaincre, l'auteur n'en manque pas, non plus d'ailleurs que d'érudition.

CH.-ED. GUILLAUME,
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

Painlevé (Paul), Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris, Professeur suppléant au Collège de France. — *Leçons sur la Théorie analytique des Equations différentielles professées à Stockholm en 1895.* — 1 vol. in-4° de 590 pages. (Prix : 13 fr.) A. Hermann, éditeur, 8, rue de la Sorbonne, Paris, 1898.

S. M. Oscar II, roi de Suède et de Norvège, désireux de mettre soi-même et les savants suédois au courant des progrès récents qui se sont produits dans la théorie des équations différentielles, chargea M. Mittag-Leffler d'inviter M. Painlevé, un spécialiste, s'il en fut, dans la matière, à venir faire à Stockholm quelques conférences en automne 1895. Ces *Leçons*, rédigées ensuite à tête reposée, complétées par des recherches plus récentes, ont été publiées à la librairie Hermann, à Paris. L'ouvrage comprend, outre une introduction imprimée de 19 pages, 589 pages autographiées.

La masse des faits analytiques, tous de l'ordre d'abstraction le plus élevé, condensés dans le volume, est énorme. Je ne saurais en donner ici même un résumé. Il faut se borner à indiquer en gros de quoi il est question.

On trouvera d'abord, dans la première partie, com-

plétés et généralisés, les résultats contenus déjà au mémoire couronné de 1890. Ils concernent les équations différentielles du premier ordre, soit à points critiques fixes, soit celles dont l'intégrale n'acquiert, autour des points critiques mobiles, qu'un nombre fini de déterminations. On s'occupe aussi des intégrales algébriques et de la limitation pour leur degré. Je n'insisterai pas sur cette première partie, car les lecteurs de la *Revue* en auront une idée en se reportant à mon article inséré dans le numéro du 15 janvier 1892. Je remarquerai en passant que le problème de la limitation du degré continue à défier les efforts des géomètres (Poincaré, *Rendiconti* du Cercle mathématique de Palerme, 1897).

Dans la deuxième partie, l'auteur s'attaque aux équations d'ordres supérieurs, du 2° surtout. Il insiste sur les différences profondes qui séparent le premier ordre des ordres supérieurs. La complication du problème s'accroît largement; les résultats sont, bien entendu, moins complets et moins précis. Sont étudiées les équations dont l'intégrale générale dépend algébriquement des paramètres arbitraires. Parmi les questions traitées chemin faisant, je signalerai :

Une démonstration du théorème de Weierstrass sur les fonctions à deux variables qui admettent un théorème d'addition ;

Une discussion des surfaces algébriques qui admettent un groupe continu fini de transformations birationnelles en elles-mêmes.

Depuis l'impression du volume, l'auteur a continué ses recherches sur le 2° ordre, et est parvenu à des résultats extrêmement intéressants.

Je sais, par M. Painlevé lui-même, que le problème capital, dont il poursuit la solution à travers tant de travaux importants, est le suivant : Génération des fonctions transcendentes définies par des équations différentielles. On trouvera (pages 529 et suivantes) quelques indications sur la matière, prolégomènes de recherches plus récentes.

J'insisterai sur la fin de l'ouvrage où l'auteur applique ses méthodes au réel et à la Dynamique (système matériel S , à n degrés de liberté, sans frottement, à liaisons indépendantes du temps; les forces ne dépendent que de la position de S ; problème de m corps). On savait que, pour certaines positions S_0 de S , la Dynamique rationnelle était impuissante à renseigner sur le mouvement ultérieur de S à partir de S_0 . Sur des exemples très simples, l'auteur montre quelque chose de plus étonnant : le temps réel t tendant vers l'instant t_0 , certains éléments de S , sans s'éloigner à l'infini, ne tendent vers aucune limite. Le système « s'effondre » donc définitivement à l'instant t_0 . Certains diraient que la « faille » de la Dynamique est complète.

Ces particularités si curieuses se présentent ou non, suivant que certaines propriétés (singularités essentielles) de l'intégrale complexe, fonction du temps complexe, se reflètent ou non sur le réel.

Kronecker (*Leçons sur les intégrales simples et multiples*, publiées par Netto, Teubner, Leipzig, 1891, page 52¹) comparait le réel à un îlot entouré de récifs et situé sur l'océan du complexe. Ces récifs troublent la régularité grandiose des phénomènes de la haute mer. Aussi l'océan rejette sur la plage des débris confus et tourmentés : ce sont les théorèmes sur les fonctions réelles de variables réelles.

La métaphore, un peu ambitieuse, se présente involontairement à l'esprit quand on passe du complexe au

¹ J'ai rendu compte du livre dans la *Revue* du 30 novembre 1894.

réel, et notamment à la lecture des explications de l'auteur.

Ces paradoxes de la mécanique rationnelle mènent droit à certaines réflexions semi-philosophiques, dont l'auteur dit un mot (pages 558 à 560) et qui me paraissent proches parentes de certains aperçus tout récents de M. Hadamard sur les géodésiques.

Ces paradoxes sont assez intéressants; j'espère leur consacrer prochainement un article spécial dans la *Revue*.

Sans doute, M. Painlevé connaît, cite, met à profit tous les travaux des autres géomètres afférents à son objet.

Néanmoins, je ne crois pas exagérer en estimant que la part très prépondérante dans le contenu du livre est l'œuvre personnelle et originale de l'auteur. Les *Leçons* de Stockholm ne sont qu'une portion du monument que M. Painlevé élève à la théorie des équations différentielles : l'édifice s'accroît et grandit tous les jours.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences de Mathématiques
à l'Université de Lyon.

2° Sciences physiques

Bancroft (W.-D.), Professeur à l'Université Cornell, à Ithaca. — *The Phase Rule*. — 1 vol. in-8° de 256 pages avec 53 figures (Prix : 15 fr.). Publié par le *Journal of Physical Chemistry*, Ithaca, New-York, 1898.

M. le professeur Bancroft a fondé, il y a bientôt deux ans, un périodique spécialement consacré aux études de Physico-Chimie, *The Journal of Physical Chemistry*. On ne saurait trop recommander aux chimistes désireux de suivre les études physico-chimiques cette publication, qui n'a point d'équivalent en langue française et qui contient, outre d'importants mémoires originaux, une revue très complète des travaux récents. Pour fournir les données nécessaires à la compréhension de ces recherches modernes, M. le professeur Bancroft commence la publication d'une série d'ouvrages d'exposition qui sont en partie la reproduction de ses cours à la Cornell University.

La Physico-Chimie peut être divisée, d'après M. Bancroft en quatre parties, savoir : étude qualitative des équilibres; étude quantitative des équilibres; électrochimie et théorie mathématique. Les deux premières parties sont généralement traitées simultanément. M. Bancroft estime qu'il y a avantage à les envisager séparément et consacre à la première l'ouvrage intitulé *The Phase Rule* ou la « règle des phases ».

M. Bancroft considère que l'étude qualitative des équilibres chimiques peut être effectuée en s'appuyant sur deux propositions : la règle des phases, établie par Gibbs, et la loi du déplacement de l'équilibre, qu'il appelle théorème de Le Chatelier, rendant ainsi un juste hommage à l'infatigable savant dont les travaux n'ont pas toujours été appréciés, en France, comme ils le méritaient.

On sait que Gibbs a désigné, sous le nom de *phase*, une masse homogène formée par un ou plusieurs corps. Un système chimique sera défini complètement quand on connaîtra les corps qui le composent et les phases que forment ces corps. Si l'on envisage, par exemple, une solution saline en équilibre avec un excès de sel solide et avec la vapeur du liquide, on aura un système de deux composants, le sel et le solvant, formant trois phases : une phase solide, le sel en excès; une phase liquide, la solution; une phase gazeuse, la vapeur.

Gibbs a montré que l'état d'une phase est complètement déterminé quand on connaît la température, la pression et le potentiel thermodynamique de chacun des composants. Il y a donc autant de relations entre ces quantités que de phases différentes.

Si un système de n composants présente $n+2$ phases distinctes, on aura $n+2$ équations entre $n+2$ variables, savoir : les n composants, la température et la pression;

le système sera complètement défini. Si l'on se donne la proportion des constituants et la température, par exemple, la pression sera par cela même déterminée. Si le système ne forme que $n+1$ phases, on conçoit que la détermination n'est plus complète; quand on se donne la proportion des n composants et la température par exemple, la pression pourra prendre une infinité de valeurs qui, dans une représentation graphique, se placent sur une courbe unique, la courbe des tensions d'équilibre du système. Et ainsi de suite, le degré d'indétermination augmentant à mesure que le nombre des phases est plus petit.

Enfin, s'il n'y a plus qu'une phase, on a un système homogène dans lequel les proportions des constituants, la température et la pression peuvent prendre des valeurs quelconques sans que l'équilibre soit détruit.

Suivant la classification qui découle de ce principe, M. Bancroft étudie successivement les systèmes formés d'un seul composant, de deux et de trois composants. L'étude des systèmes formés d'un seul composant comprend l'exposé des lois de la fusion, de la vaporisation et des transformations allotropiques. Parmi les systèmes de deux composants, on rencontre les solutions de gaz, de solides et de liquides, les mélanges de sels et les alliages métalliques; enfin, dans les systèmes de trois composants, citons, parmi les principaux cas examinés, les équilibres formés par deux sels ou deux corps en présence d'un solvant, les sels doubles hydratés, la solubilité des sels dans les solutions acides, etc.

Dans chaque cas, M. Bancroft décrit les expériences effectuées en les discutant et en faisant ressortir la concordance des résultats observés avec le théorème de Le Chatelier, mais ne se livre à aucun calcul. Son ouvrage est un exposé critique des recherches expérimentales effectuées jusqu'ici sur les équilibres chimiques, classées d'après quelques principes généraux; outre le mérite d'indiquer ce qui a été fait, il a celui de faire ressortir ce qui reste à faire.

Ajoutons, avec M. Bancroft, que si l'on a pu actuellement écrire un tel livre sous une forme aussi systématique, c'est beaucoup grâce à la belle série de recherches si méthodiquement ordonnée et si patiemment poursuivie par M. Bakhuis Roozeboom et ses élèves.

G. CHARPY,
Docteur ès sciences.

Tassilly (Eug.), Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris. — *Etude de quelques combinaisons halogénées basiques ou ammoniacales des métaux*. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 brochure de 90 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

Dans l'étude de l'action des bases sur les solutions salines, les prévisions thermochimiques sont souvent impossibles par suite du manque de données sur les combinaisons intermédiaires pouvant se former, et leur état de dissociation dans l'eau.

Les composés halogénés basiques des métaux jouant un rôle très important dans ces équilibres et réactions inverses, nous devons remercier M. Tassilly d'avoir apporté sa contribution à nos connaissances sur ce sujet en vérifiant et perfectionnant les divers procédés des préparations indiquées par divers auteurs pour obtenir ces composés à l'état pur.

Pour faire l'étude thermique de ces substances, l'auteur a dû en préparer de grandes quantités à l'état pur, ce qui lui a permis d'en mieux connaître les propriétés, et même d'isoler quelques combinaisons nouvelles.

Il est à regretter cependant que M. Tassilly ait renoncé à étudier d'une façon plus complète l'action décomposante de l'eau sur les composés basiques, étude qui semblait former le complément indispensable de ses intéressantes recherches.

A. GUNTZ,
Professeur adjoint
à la Faculté des Sciences de Nancy.

3° Sciences naturelles

Travaux de Physiologie. (*Laboratoire de M. le Professeur Hédon.*) — 1 vol. in-8° de 320 pages. (Prix : 12 fr.) Octave Doin, Éditeur. Paris, 1898.

M. Hédon, qui a pris une part des plus importantes à l'étude du diabète pancréatique et qui a largement contribué à ses progrès, a réuni dans ce volume les principaux travaux qu'il a publiés sur cette question. Cependant, il ne s'est pas borné à y grouper les nombreux matériaux qu'il a personnellement accumulés sur la nouvelle fonction du pancréas. « J'ai synthétisé, nous dit M. Hédon, dans un long mémoire, non seulement ce qu'il m'a été donné d'observer dans mes propres expériences, mais encore tout ce qui a été fait d'important sur ce sujet. De cette sorte, mon travail n'est point la simple répétition de mes publications antérieures, mais il représente, en même temps qu'une monographie originale, une revue critique de toute la question. »

Après un résumé historique, M. Hédon traite de la technique opératoire, particulièrement chez le chien. Il a pratiqué deux cent soixante fois l'extirpation du pancréas sur cet animal : c'est assez dire que l'on est sûr de trouver dans ce chapitre les indications les plus utiles qu'il s'agisse soit des méthodes opératoires usuelles, soit de celles qui ont été imaginées par l'auteur.

M. Hédon s'accorde avec M. Minkowski pour soutenir que, chez le chien, l'ablation de la glande est suivie sans exception d'un diabète à forme grave. Chez le singe, il a obtenu de même une glycosurie intense : les résultats de l'opération chez les différentes espèces animales sont mentionnés d'après les recherches de divers physiologistes.

Suit le tableau du diabète tel qu'on l'observe chez le chien, après l'ablation totale du pancréas, avec des exemples destinés à montrer les allures variables de la glycosurie, selon les cas et surtout selon le régime alimentaire.

L'extirpation est-elle partielle, la glycosurie peut faire absolument défaut ; mais d'ordinaire c'est un diabète atténué qui s'établit : celui-ci pourra, à son tour, se transformer progressivement en diabète à forme grave, si la portion de pancréas primitivement respectée s'atrophie. Chose curieuse : la glycosurie manquera parfois dans les cas où un fragment de glande à peine gros comme un pois échappe à l'extirpation ! Il est vraiment surprenant qu'une trace de la substance active ait, pour l'organisme, la même valeur fonctionnelle que la glande tout entière.

Au lieu de laisser dans l'abdomen un fragment de la glande, on peut, par un artifice opératoire, l'attirer hors de la cavité péritonéale et le fixer sous la peau de l'abdomen. Cette opération de la greffe sous-cutanée a été imaginée à peu près à la même époque par M. Minkowski et M. Hédon, qui sont arrivés, indépendamment l'un de l'autre, à une technique identique. La présence du fragment de pancréas transplanté sous la peau atténue la glycosurie ou même, ce qui est plus important, l'empêche complètement, malgré l'ablation de tout le reste de l'organe.

Le chapitre suivant est consacré aux effets de la destruction sur place de la glande. En fait paradoxal que M. Hédon a le premier signalé, c'est que cette destruction, obtenue au moyen des injections de corps gras dans les canaux excréteurs, ne produit pas la glycosurie chez le chien. L'absence de cette manifestation soulève un problème intéressant. Le procédé employé est-il insuffisant pour amener une suppression totale des éléments glandulaires, ou bien, pendant l'atrophie progressive de la glande, d'autres organes acquièrent-ils la propriété de la suppléer ? M. Hédon rapporte à ce propos deux expériences instructives, dont une avec examen histologique, et après avoir discuté les arguments qu'elles fournissent pour ou contre l'une ou l'autre de

ces deux hypothèses, il se prononce en faveur de la seconde, tout en reconnaissant que la théorie de la suppléance ne peut encore être rigoureusement établie.

L'auteur passe ensuite en revue, d'après ses propres expériences et d'après celles de divers autres physiologistes, l'ensemble des troubles nutritifs consécutifs à la dépancréatation. Parmi celles qui lui sont personnelles, il faut signaler particulièrement : 1° des analyses comparatives du sang porte et du sang sus-hépatique, qui ne sont pas favorables à l'idée d'une surproduction de sucre par le foie ; 2° des déterminations destinées à établir les rapports entre l'hyperglycémie et la glycosurie, et qui amènent à faire intervenir, pour expliquer les variations de ces rapports, un facteur nouveau, l'activité sécrétoire du rein ; 3° des dosages du glycogène du foie qui prouvent l'incapacité de la cellule hépatique de former ses réserves normales ; 4° des observations démontrant que, chez le chien dépancréaté, l'assimilation du glycose alimentaire est à peu près nulle, comme l'avaient déjà constaté MM. V. Mering et Minkowski.

Enfin, en étudiant les effets des lésions nerveuses chez les animaux dépancréatés, M. Hédon a constaté un fait d'un haut intérêt pour la pathogénie de la glycosurie consécutive à la piqûre du quatrième ventricule. Il a trouvé que cette dernière opération renforce considérablement la glycosurie et la glycémie, preuve que la lésion bulbaire n'agit pas par l'intermédiaire du pancréas pour produire ses effets.

Pour terminer, l'auteur examine et discute les principales théories qui ont été émises sur la pathogénie du diabète pancréatique, en particulier celles de M. Lépine, de MM. Chauveau et Kaufmann, et conclut qu'une solution définitive serait prématurée.

On voit, d'après ce résumé, que M. Hédon présente au lecteur un travail d'ensemble qu'il a pu faire bien complet, en même temps que personnel et original, parce qu'il a touché par lui-même aux divers côtés de la question : il serait à souhaiter que tous les sujets encore à l'étude fussent ainsi mis au point par les physiologistes qui s'en sont occupés spécialement et à qui leur expérience permet de se prononcer avec autorité sur la valeur des faits déjà acquis et des théories auxquelles ils servent de base, et d'indiquer les lacunes qui restent à combler.

Au mémoire précédent se rattache un intéressant travail de M. Azémar sur l'acétonurie expérimentale ». L'auteur discute d'abord les différents procédés d'analyse qualitative et quantitative de l'acétone et donne la préférence à la réaction de Lieben, d'une part, à la méthode de dosage de Messinger-Jolles, d'autre part. C'est cette dernière qui lui a servi à établir les conditions qui président à l'excrétion de l'acétone, et parmi lesquelles nous retiendrons surtout les suivantes. La présence de l'acétone dans l'urine est un phénomène physiologique, mais son élimination journalière ne dépasse pas 0 gr. 003. L'acétonurie nerveuse, que Lustig a pu succéder à l'extirpation du plexus coelhaque, n'a que peu d'importance. L'ingestion de phloridzine, par contre, augmente considérablement la quantité d'acétone excrétée, dans le diabète pancréatique, l'intensité de l'acétonurie est en rapport avec celle de la glycosurie. L'expérience la plus instructive, à ce point de vue, est celle de la greffe sous-cutanée du pancréas, qui met obstacle à l'acétonurie comme à la glycosurie, tandis que l'une et l'autre apparaissent intenses dès qu'on complète l'extirpation.

Les belles recherches de M. Delezenne « sur le mécanisme de l'action anticoagulante des injections intravasculaires de peptone, de sérum d'aiguille et d'extraits d'organes » occupent, à juste titre, dans le recueil, une place importante. M. Delezenne est arrivé, croyons-nous, à résoudre le problème compliqué qu'il s'était posé. Il est intéressant de le voir en dégager successivement tous les éléments par des expériences aussi ingénieuses que précises, qui aboutissent à une explication claire et très satisfaisante du mode d'action des diverses substances anticoagulantes.

Dans un premier mémoire, il confirme, par une preuve décisive, le rôle essentiel joué par le foie¹ en montrant que, si l'on fait circuler à travers cet organe isolé une solution de peptone, on obtient un liquide capable de suspendre à faible dose la coagulation du sang *in vitro* et de rendre incoagulable le sang du lapin, normalement réfractaire, comme on sait, à l'action de la peptone. Le sérum d'anguille, les divers extraits d'organes acquièrent des propriétés anti-coagulantes dans les mêmes conditions expérimentales. Les circulations artificielles à travers les organes autres que le foie ne donnent que des résultats négatifs.

Dans un deuxième travail, M. Delezenne entre plus avant dans l'étude du mode de formation du principe anticoagulant dans le foie, et fait intervenir un élément nouveau dont l'importance est capitale : c'est le leucocyte.

L'attention de l'expérimentateur a été attirée sur l'hypoleucocytose provoquée par les injections intravasculaires de toutes les substances anticoagulantes, non seulement celles qui ont été mentionnées plus haut, mais encore les ferments solubles, certaines toxines microbiennes, les toxalbumoses végétales, le venin de vipère, dont le mode d'action, d'après de nouvelles expériences de M. Delezenne, s'est montré identique à celui de la peptone.

Cette hypoleucocytose a déjà été signalée par divers physiologistes : Wright, Bruce, Halliburton et Brodie; plus récemment, Athanasias et Carvallo s'en sont spécialement occupés, mais l'accord n'avait pu se faire sur son mécanisme. M. Delezenne soumet à nouveau la question à une étude méthodique et arrive à la conclusion que la diminution des globules blancs doit être attribuée surtout à l'action dissolvante exercée par les substances anticoagulantes sur ces éléments anatomiques.

D'autre part, il s'assure que si on fait circuler une solution de peptone à travers un foie complètement privé de sang par un lavage préalable d'eau salée, le liquide non seulement n'acquiert pas de propriétés anticoagulantes, mais, ajouté à du sang *in vitro*, il en précipite, au contraire, la coagulation. Si, maintenant, on recommence l'expérience en faisant passer par le même organe un mélange de sang et de peptone, on recueille un liquide doué de propriétés anticoagulantes énergiques. Donc, la présence du sang, ou du moins d'un de ses éléments, est indispensable à la formation du principe qui donne au liquide hépatique son activité.

Cet élément, c'est le leucocyte, et le leucocyte seul. En effet : 1° si l'on fait circuler dans le foie isolé et lavé un mélange de lymphes et de peptone, on recueille un liquide anticoagulant; 2° si, au contraire, on opère avec du plasma lymphatique peptoné, mais préalablement débarrassé de ses leucocytes, ce liquide, après avoir traversé le foie, accélère invariablement la coagulation du sang *in vitro*.

Le rapprochement des résultats obtenus dans les expériences précédentes amène donc à une interprétation très rationnelle du mode d'action des substances anticoagulantes. La leucolyse qu'elles provoquent met en liberté dans le plasma deux substances antagonistes, qui dérivent de la désintégration du globule blanc : l'une, la leuconucléine, est un puissant agent de coagulation; l'autre, l'histone, ajoutée au sang, peut en suspendre indéfiniment la coagulation. Le plasma sanguin, chargé de ces produits, étant porté au contact de la cellule hépatique, celle-ci retient, neutralise ou détruit la première de ces deux substances et laisse passer la seconde. On comprend ainsi pourquoi le concours simultané

du foie et du leucocyte est nécessaire à la formation du liquide anticoagulant.

Ces recherches, qui semblent porter sur un point très spécial, touchent, comme on vient de le voir, et comme l'a bien fait remarquer M. Hédon dans la préface de l'ouvrage, à des phénomènes biologiques d'ordre général : c'est ainsi qu'elles ont amené M. Delezenne à signaler, dans ses diverses publications, des faits très importants en ce qui concerne soit le mécanisme de la coagulation normale, soit l'action des ferments et des toxines sur le sang, soit même les questions d'immunité.

Le recueil renferme encore un travail « sur l'innervation vaso-motrice du larynx », dans lequel M. Hédon signale l'action vaso-dilatatrice et sécrétrice du nerf laryngé supérieur, et un mémoire de M. de Rouville « sur l'hémotase hépatique », qui sera consulté avec fruit par les physiologistes qui auront à pratiquer des vivisections sur le foie.

E. WERTHEIMER,

Professeur à l'Université de Lille.

4° Sciences médicales

Schmeltz (Dr). — *Gynécologie clinique et opératoire.* (Avec une Préface de M. le Professeur Aug. Reverdin, de Genève). — 1 vol. in-8° de 150 pages avec 84 figures. (Prix : 5 fr.) Société d'Éditions scientifiques. Paris, 1898.

Voici un traité de *Gynécologie clinique et opératoire* dont on pourra contester l'utilité. On y trouve résumées sommairement la technique de quelques opérations et la description d'un certain nombre d'instruments; mais l'on cherche vainement la partie clinique. Pas de symptomatologie, encore moins de diagnostic! La question des déviations utérines est réglée en 50 lignes; 15 lignes sont consacrées à l'inversion utérine, 25 à la grossesse extra-utérine! Mais tout cela passera-t-il encore, si l'on rencontrait, au cours de ces pages, quelque recherche ou quelque idée originale, ou même simplement le résultat de la pratique personnelle de l'auteur. De ce côté encore la déception est absolue. Il faudrait pourtant, avant d'écrire un livre, avoir quelque motif de le faire.

Dr GABRIEL MAURANGE.

Grasset (J.), Professeur à l'Université de Montpellier, Correspondant de l'Académie de médecine. — *Consultations médicales sur quelques maladies fréquentes.* 4^e édition. — 1 vol. in-12 de 320 pages. (Prix relié : 4 fr. 50.) C. Coulet, éditeur à Montpellier, et G. Masson, éditeur à Paris, 1898.

Ce petit volume renferme des règles sommaires pour l'examen des malades, et, sous forme de consultations, la thérapeutique appropriée aux principales maladies. C'est le résultat d'une pratique déjà longue et excellente. Aussi ce livre est-il d'une incontestable utilité pour le médecin praticien, à qui il rappelle les principales traitements, et pour le jeune médecin, à qui il indique la manière de formuler clairement ses conseils.

A. L.

Herzen (Dr V.). — *Guide et formulaire de Thérapeutique générale et spéciale.* — 1 vol. in-12 de 460 pages. (Prix : 5 fr.) J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1898.

C'est là un ouvrage très pratique et conçu dans un but d'utilité manifeste. Tout y est arrangé de façon à ce qu'on puisse rapidement trouver les principales indications thérapeutiques. L'auteur a tenu compte des diverses formes et complications des maladies, et à chacune d'elles correspond le traitement le plus efficace. Par son ordonnance claire, ce guide mérite le bon accueil de ceux auxquels il est destiné : praticiens débutants et étudiants avancés.

A. L.

¹ Ce travail a déjà été brièvement analysé dans la *Revue des Sciences*, 1897, p. 869, en même temps que les recherches de Contejean, Gley et Pachon, Starling sur la même question.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Novembre 1898.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Loewy indique les dispositions qui ont été prises à l'Observatoire de Paris en vue de l'observation de l'essaim des Léonides, dont le retour a lieu en ce moment. Malheureusement le mauvais temps n'a pas encore permis d'observer ces météores. — M. J. Guillaume communique ses observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial) Brunner de 0^h, 16 pendant le second trimestre de 1898. Il y a eu augmentation du nombre des taches, mais forte diminution en étendue. Les facules ont augmenté en nombre et en étendue et sont toujours plus nombreuses dans l'hémisphère austral. — M. Émile Borel démontre le théorème suivant : Soit (M) une fonction uniforme dans tout le plan à singularités ponctuelles et soient :

$$\begin{aligned}\varphi(z) &= a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \dots + a_n z^n + \dots \\ \psi(z) &= b_0 + b_1 z + b_2 z^2 + \dots + b_n z^n + \dots \\ f(z) &= a_0 b_0 + a_1 b_1 z + \dots + a_n b_n z^n + \dots\end{aligned}$$

Si les fonctions $\varphi(z)$ et $\psi(z)$ sont des fonctions (M), la fonction $f(z)$ est aussi une fonction (M). De même si les deux premières fonctions sont méromorphes, la troisième est aussi méromorphe. — M. Carl Stormer indique comment on peut résoudre complètement en nombres entiers positifs l'équation indéterminée :

$$x^2 - 1 = K A_1 z_1^2 + A_2 z_2^2 \dots A_p z_p^2,$$

où K, A_1, A_2, \dots, A_p sont des nombres entiers donnés. Le problème se réduit à trouver les solutions fondamentales d'un nombre fini d'équations de Pell.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. L. Libert annonce qu'il observe souvent le coucher du Soleil dans la mer de son observatoire de Sainte-Adresse et qu'il a toujours constaté que le dernier rayon est du plus beau vert. — M. A. Blondel communique une série d'épreuves photographiques, obtenues au moyen de son oscillographe, et représentant les courbes figuratives de l'intensité et de la force électromotrice d'un courant alternatif. — M. L.-A. Hallopeau a électrolysé le paratungstate de lithium fondu dans un creuset en porcelaine à électrodes de platine et a obtenu du tungstène cristallisé mélangé à une certaine quantité de platine; les cristaux affectent la forme d'aiguilles. — M. Copaux décrit une nouvelle méthode de dosage volumétrique de l'acide borique; elle est basée sur la saturation par la soude, en présence d'une solution alcoolique de glycérine, avec la phthaléine comme indicateur. — M. H. Cousin a préparé les dérivés suivants du gayacol et du véralol : gayacol trichloré, dibromé et tétrabromé, véralol trichloré et tribromé. — MM. Camille Vincent et J. Meunier ont trouvé, dans les eaux mères qui restent après l'extraction de la sorbite du jus de certains fruits, un nouveau sucre. C'est une acétide $C^8H^{10}O^8$, incristallisable, lévogyre, donnant une acétine saturée cristallisée et aussi un acétal cristallisé, mais ne réduisant pas la liqueur de Fehling. — M. Georges Leser, en faisant réagir le sodium sur un mélange d'éther acétique et de méthylhepténone, a obtenu, à côté de l'acétylméthylhepténone, de la diméthylhepténone. Il a préparé, d'autre part, la méthylnonéone et l'éther méthylhexénonopyruvique. — M. L. Bréaudat a constaté que, dans la fermentation indigotique des feuilles d'*Isatis alpina*, les microorganismes ne jouent aucun rôle utile. La plante contient une diastase hydratante et une oxydase.

En présence de l'eau, la première dédouble l'indican en indigo blanc et indigluçine; la deuxième oxyde l'indigo blanc et le transforme en indigo bleu à la faveur d'un alcali. Il paraît hors de doute que toutes les plantes capables de donner de l'indigo contiennent ces deux diastases. — M. X. Roques a étudié l'influence de la température dans sa méthode de dosage volumétrique de l'aldéhyde éthylique; il a reconnu qu'il est préférable d'opérer à 50°, la réaction étant complète en quatre heures à cette température. — M. Frédéric Landolph a reconnu que les sucres diabétiques se présentent sous trois formes différentes au moins, lesquelles peuvent être reconnues et parfaitement caractérisées par les observations au polarimètre, par le coefficient de réduction et par la fermentation.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — M. G. Marinesco a étudié les lésions des centres nerveux produites par l'hyperthermie expérimentale. Les animaux gardés à l'étau pendant quarante minutes à une température de 47° présentent une désintégration ou chromatolyse périphérique de la cellule nerveuse. Chez les animaux maintenus pendant quarante-cinq à soixante minutes à 43°, l'altération s'est propagée vers le centre. Enfin, chez les animaux gardés pendant plus d'une heure à une température inférieure à 43°, l'aspect foncé de la cellule a encore augmenté et le protoplasma est devenu opaque. Ces phénomènes sont attribuables à des modifications des substances albuminoïdes. — M. V. Babes a étudié les lésions des centres nerveux dans la rage. Ce sont des lésions vasculaires et cellulaires de la substance grise, notamment une hyperémie, une leucocytose, une prolifération vasculaire et une diapédèse; en outre, des lésions particulières des cellules nerveuses se manifestent déjà un ou deux jours avant l'apparition des symptômes rabiques. — M. J. Kunstler présente quelques observations sur la marche générale de l'histogénie et de l'organogénie. — M. Georges Bohn montre que, chez les Homaridés et les Thalassinidés, la vie foisonneuse entraîne, outre des modifications des appendices thoraciques, les effets suivants : 1° La taille devient moindre; 2° la chitinisaison diminue; 3° la pigmentation s'affaiblit; 4° le branchiostégite se développe peu; 5° les branchies restent à un stade arriéré de développement; 6° les exopodites des pattes-mâchoires ont de faibles mouvements ou ne fonctionnent pas. — M. A. Robert a observé le développement des troques. Elles pendent leurs œufs, isolés ou en chapelet, dans l'eau ambiante; la fécondation est externe. Le développement a lieu dans un temps variable; il dure en général cinq jours. L'éclosion peut avoir lieu au troisième jour (au stade véligré chez *Trochus magnus*) ou seulement vers le septième ou huitième jour, au moment où tous les organes sont ébauchés (*Trochus striatus*). — M. Jules Laurent a constaté que certaines plantes (Mercuriale, Haricot, Sémillon, Capucine, etc.), absorbent, par les racines, des hydrates de carbone qui paraissent servir directement à la synthèse de l'amidon. Le fait paraît être général chez la plupart des plantes vertes. — M. E. Demoussy a étudié l'absorption des sels halogénés du potassium par les plantes. Il a observé que, comme pour les nitrates, les végétaux ont la propriété d'absorber plus de sel (chlorure ou bromure) que d'eau; c'est-à-dire que la solution dans laquelle les racines trempent s'appauvrit. Les sels absorbés sont retenus par le protoplasma vivant. — M. Ch. Dépéret a trouvé, dans les mines d'asphalte imprégnant les calcaires urgoniens de Pyramont (Savoie), tout un gisement de Vertébrés. L'animal le plus curieux est un *Rhinoceros* du genre *pleurocerus*, c'est-à-dire à cornes latérales. Il

diffère légèrement du *Rhinoceros pleurocerus* de Gannat, seul type européen de ce genre aujourd'hui connu. — **M. Ch.-Eg. Bertrand** tire les conclusions suivantes de ses études sur les charbons humiques. Ce sont des charbons organiques amorphes, produits par des accumulations de gelée brune humique solidifiée et fossilisée en présence de bitumes. Cette gelée est la même que celle qui forme la trame fondamentale des schistes organiques. Les charbons humiques relient donc les schistes organiques aux charbons organiques. La gelée est chargée de corps bactérioides; elle localise normalement l'argile. — **M. Léon Pervinquière** a observé un faciès particulier du Sénonien en Tunisie, renfermant une faune qui offre des affinités avec celle de la craie dans l'Inde. L'auteur en conclut que, pendant toute l'époque supra-crétacée, une communication a existé entre l'Inde et la Tunisie.

Séance du 21 Novembre 1898.

M. Dépéret est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. J. Janssen** donne quelques renseignements sur l'observation des Léonides faite en ballon dans la nuit du 13 au 14 novembre. Le temps n'ayant pas permis de faire des observations depuis la Terre, MM. Dumuntet et Hansky firent une ascension au-dessus de la couche de nuages et à partir de 200 mètres joirent d'un ciel admirable. M. Hansky a enregistré 14 étoiles; les autres observateurs ont vu 10 à 12 Léonides et autant de Sporadiques. — **M. Ch. André** communique les résultats de l'observation des Léonides faite à l'Observatoire de Lyon; elle n'a eu lieu que dans la nuit du 14 au 15 novembre. M. Luizet a observé 34 étoiles de 8 heures à minuit 15. M. Guillaume a noté 134 étoiles, de 1 h. 40 du matin à 4 h. 50. — **M. G. Bigourdan** présente ses observations de la planète DQ = 433, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest). — **M. G. Fayet** a calculé les éléments de la planète DQ = 433; il a ensuite recherché l'écart avec les observations précédentes de M. Bigourdan. — **MM. H. Renan, J. Perchot et W. Ebert** ont appliqué la méthode de M. Loewy à la détermination de la latitude de l'Observatoire de Paris. Ils sont arrivés à une formule particulière qui leur permettra de la déterminer directement de leurs observations. — **M. Riquier** énonce la proposition suivante : Un système orthodrome passif étant donné, si l'ensemble des éléments arbitraires, dont la connaissance équivaut à celle des déterminations initiales de ses intégrales, ne renferme, avec un nombre quelconque de constantes, qu'une seule fonction d'un nombre quelconque de variables, la recherche, dans le système proposé, d'intégrales ordinaires satisfaisant à des conditions initiales données se ramène à l'intégration de systèmes passifs d'équations différentielles totales du premier ordre.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Ch. Weyher** décrit quelques expériences où il reproduit les propriétés des aimants au moyen de combinaisons tourbillonnaires engendrées, au sein de l'air ou de l'eau, par la rotation de barreaux munis de palettes en papier. — **M. Maurice Leblanc** a recherché comment on pourrait employer des machines d'induction comme génératrices ou réceptrices de courants alternatifs simples ou polyphasés. La théorie montre qu'il suffit, pour cela, de diminuer artificiellement le coefficient de self-induction des circuits induits des machines d'induction; on y arrive en fermant ces circuits induits sur des condensateurs électrolytiques. — **M. M. Berthelot** a constaté que l'iodé libre ne se combine pas à l'oxygène ordinaire libre et ne décompose pas l'eau ni sous l'influence de la chaleur, ni sous l'influence de la lumière. Le brome et l'oxygène ordinaire libre ne se combinent point, mais le brome décompose l'eau, et l'acide bromhydrique est décomposé à son tour par l'oxygène à la température ordinaire. — **M. Edward Frankland**, à propos de la note de M. Copaux sur la pentatomie du bore dans l'éthylate borique, rappelle qu'il a déjà préparé, en 1876,

des composés (méthide borique ammoniacal, éthopentéthylate diborique) dans lesquels le bore est pentatomique et peut s'unir à lui-même comme le carbone. — **M. Le Goff** a cherché à déterminer quel est le glucose qui se trouve dans les urines des diabétiques. Pour cela, il l'a extrait à l'état pur au moyen d'un nouveau procédé; il en a déterminé les propriétés, a préparé l'acide gluconique correspondant et a mesuré le pouvoir rotatoire de son sel de soude. De toutes ces déterminations, il conclut que le sucre de l'urine est le glucose d. — **M. Th. Schloesing** fils a arrosé des sols de grès, stériles et inaptes par eux-mêmes à alimenter convenablement des plantes en acide phosphorique, avec des liqueurs nutritives contenant cet acide à des doses diverses. Sur ces sols, il a cultivé différentes plantes, qui ont dû prélever leur acide phosphorique à peu près exclusivement sur les dissolutions qu'on leur offrait. Sans addition d'acide phosphorique dans les dissolutions, les plantes sont restées misérables. En présence de dissolutions contenant des quantités d'acide phosphorique de l'ordre de celles qui existent dans les terres arables, elles ont prospéré.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. Louis Boutan** a cherché à produire artificiellement des perles chez les *Miliotis* en enlevant un morceau de la coquille et en faisant pénétrer, entre le manteau et la coquille, des aiguilles de nacre sur lesquelles vient se déposer la nacre sécrétée à nouveau par l'animal. Les perles ainsi obtenues ne sont orientées en couche circulaire qu'à la périphérie; leur nacre intérieure a une orientation différente. — **M. L. Matruchot** a constaté que les pigments sécrétés par certaines Bactéries sont susceptibles de se fixer sur le protoplasma des cellules d'autres organismes. En faisant végéter, sur un même milieu, une Bactérie chromogène avec un Champignon filamenteux ou avec une Bactérie incolore, on peut arriver à mettre particulièrement en évidence, chez ceux-ci, la structure du protoplasma fondamental. L'auteur s'est déjà servi de ce procédé pour étudier la structure de plusieurs Mucorinées. — **M. C.-Eg. Bertrand** poursuit ses recherches sur les charbons humiques. La gelée brune fondamentale a été soumise à un enrichissement en hydrocarbures; elle a subi une imprégnation bitumineuse. Le bitume a ensuite provoqué la fossilisation du milieu. Il existe également des charbons de purins, formés par l'eau brune des mares anthracigènes. Ils sont caractérisés par une plus grande capacité de rétention du bitume. — **M. B. Renault** a étudié la constitution des tourbes. La tourbe noire est formée de débris microscopiques de végétaux, provenant des tissus les plus résistants, les autres ayant en général disparu par l'action microbienne. Il n'y a pas de matière fondamentale qui réunisse les éléments. L'état de division des débris organiques pourrait être considéré comme le résultat d'un travail microbien. Les bois trouvés dans les tourbières montrent, de haut en bas, une altération de plus en plus profonde. — **M. David Levat** a reconnu, dans les Pyrénées, l'existence d'un nouveau gisement phosphaté, situé à la partie supérieure du terrain dévonien, entre le marbre ou calcaire griotte et les schistes sus-jacents. Les phosphates se présentent sous un aspect noir brillant; ils sont formés par des nodules (constituant du phosphate de chaux presque pur) entourés d'une zangue elle-même phosphatée. Ils contiennent une quantité importante d'azote organique. — **M. A. Bresson** a constaté que les calcaires à *Miliolites*, dans le sud des Corbières et dans l'Ariège, représentent le Thanélien et le Sparnacien du bassin de Paris, et que le Nummulitique, dans les Corbières septentrionales, compris entre des calcaires sparnacien à formes colonnaires et des niveaux lacustres à *Bulinus Hopei*, *Strophostoma lupicida* du calcaire grossier moyen, correspondait bien aux sables de Grise et au calcaire grossier inférieur du bassin de Paris. — **M. Victor Paquier** montre que, dans le Dauphiné, la masse inférieure de l'Irgonien et la zone à *Orbitolites* inférieure représentent un faciès zoogène du Barrémien supérieur; la masse supérieure

de calcaires doit être imputée à l'Aptien inférieur développé sous le même faciès. Tandis que les *Agria* et les *Caprotines* se montrent dès la base, dans la partie barémienne, les *Cypripinés* n'apparaissent que dans le Bédoulien, et leur présence témoigne des liens qui rattachent cet étage au Crétacé moyen. L. Buxet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 8 Novembre 1898.

M. Magnan lit le rapport sur le concours pour le Prix Civrieux. — MM. Lancereaux et Paulesco répondent aux objections de M. Laborde concernant le traitement des anévrismes par les injections sous-cutanées de gélatine. Si les gélatines ne sont pas solubilisables, elles n'en pénètrent pas moins dans les lymphatiques, qui les déversent dans le sang sans leur faire perdre leurs propriétés coagulatives. Ces propriétés ne peuvent se manifester en un point quelconque de l'organisme; il faut pour cela que le cours du sang soit ralenti, fait qui ne se présente qu'à l'intérieur d'une poche anévrismale. Mais l'injection directe dans la poche même pourrait être dangereuse en provoquant la coagulation en masse. Les auteurs exposent ensuite leur technique opératoire. — M. G. Dieulafoy a étudié la toxicité de l'appendicite et l'a confirmée par des expériences de laboratoire. Cette toxicité est légère, intense ou même mortelle. Elle se traduit, dans sa forme la plus bénigne, par la teinte subictérique avec urobilinurie et par l'albuminurie. La teinte ictérique, témoin de l'adulteration du foie, est parfois l'avertissement d'une intoxication extrêmement grave, portant sur le système nerveux et se traduisant par des symptômes à forme cérébrale, à forme bulbaire, à forme typhoïde. Le seul moyen de se mettre à l'abri des coups de l'appendicite, c'est de supprimer le foyer toxique-infectieux par une opération pratiquée en temps voulu. — M. le Dr Peniérés donne lecture d'une note sur la cure des tuberculoses ganglionnaires par les injections sous-cutanées d'euphorbe. — M. le Dr Motais lit un mémoire sur un nouveau mode d'opération du psosis.

Séance du 15 Novembre 1898.

L'Académie décide que les arrrages du Prix Monbini seront dorénavant attribués à des médecins, vétérinaires ou hommes de science, chargés de missions par l'Académie. — M. G. Pouchet lit le rapport sur le concours du Prix Orfila. — M. Kelsch communique le rapport sur le concours du Prix Godard. — M. Ch. Perier présente une malade opérée depuis un an de résection annulaire de l'estomac à la suite d'un néoplasme et qui est aujourd'hui dans un parfait état de santé. — M. Le Dentu rapporte certaines observations d'intoxication dans l'appendicite. — M. H. Huchard indique quelles doivent être les précautions accessoires à observer dans le traitement des anévrismes par les injections gélatineuses. Il faut d'abord abaisser l'hypertension artérielle, et cela par de petites saignées répétées, puis surtout par un régime alimentaire excluant les substances riches en toxines alimentaires données d'une puissante action vaso-constrictive. — M. J.-J. Laborde cite de nouvelles expériences d'après lesquelles la gélatine n'est pas dialysable et ne peut entrer dans la circulation telle quelle. Il est probable qu'elle subit une sorte de peptonisation préalable, mais celle-ci lui ferait perdre ses propriétés coagulatives. La coagulation au niveau des poches anévrismales serait alors due à un élément mêlé à la gélatine, peut-être l'acidité.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 25 Octobre 1898.

MM. Hallion et Tuffier, après avoir poussé chez un chien l'anesthésie chloroformique jusqu'à la syncope, ont pu le ramener à la vie après avoir ouvert le thorax et pratiqué le massage du cœur. Ils pensent que ce traitement pourrait s'appliquer à l'homme dans des cas

de syncope désespérés. M. Gley rappelle que les malaxations du cœur sont souvent pratiquées dans les laboratoires, mais qu'on n'avait pas songé à les appliquer à l'homme. M. Bouchard pense qu'il ne faut employer ce procédé qu'après que les autres auront échoué, mais alors il sera peut-être trop tard. — M. Sicard a constaté que la cavité sous-araénoïde est très tolérante vis-à-vis des corps non toxiques; il estime que cette voie doit être employée dans certains cas, préférentiellement à la voie veineuse ou sous-cutanée. — MM. Leredde et Dominici ont trouvé, dans un certain nombre de lésions syphilitiques, des granulations ou des grains, souvent groupés, se colorant par les méthodes de Gram et d'Ehrlich. A l'étuve, à 37°, ces granulations augmentent, ce qui semblerait indiquer une origine parasitaire. — M. E. Vidal relate une observation d'albumosurie faite sur un malade atteint d'ostéoarthrite tuberculeuse. — MM. Gilbert et Grenet ont constaté l'angiocholite dans trois cas de pneumonie avec ictère. — MM. Achard et Weill ont reconnu que l'organite se comporte différemment vis-à-vis des divers sucres; ainsi, les tissus peuvent perdre l'aptitude à fixer le glycose sans pour cela cesser de retenir les autres sucres.

Séance du 5 Novembre 1898.

M. le Président annonce le décès de M. H.-A. Pilliet, membre de la Société. — M. Guillemot a observé, à la suite de l'écrasement d'un membre, une gangrène gazeuse due à un microbe anaérobie. Ce microbe provoque des lésions analogues à celles du vibron septique; il était accompagné de staphylocoque doré et de streptocoque. — M. C. Levaditi a inoculé dans le cerveau des lapins, après trépanation, des cultures d'*Ispergillus fumigatus*. Ceux qui sont morts au bout de trente-six heures, on observe une inflammation des plexus choroïdes. Ceux qui survivent quatre à cinq jours présentent des nodules limités autour des filaments ramifiés et ayant au centre le champignon entouré de leucocytes à noyaux lobulés. Plus tard, le champignon s'éteint de crosses rappelant celles de l'actinomyose. — M. Carrière a observé, dans quatre cas de pneumonie lobaire aiguë, une augmentation du foie qui paraît dépendre de l'hyperhémie. — M. Lignières a constaté que le sérum de Marmorek peut immuniser contre le streptocoque, mais seulement à la suite d'une série d'inoculations. — M. Galavielle envoie une note sur un bacille tuberculeux d'origine feline qui se localise dans le testicule. — M. Capitan a reconnu, chez un malade, à l'aide du phonendoscope de Bianchi, un déplacement du cœur à droite; il attribue le fait à des adhérences pleurales anciennes.

Séance du 12 Novembre 1898.

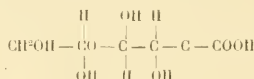
MM. Gley et Camus ont constaté que, si l'on injecte une solution à 2% de gélatine dans le péritoine d'un lapin, la coagulabilité du sang n'en est pas augmentée; en effet, la gélatine n'est pas dialysable et reste tout entière sur les parois du péritoine. Toutefois elle peut disparaître au bout d'un certain temps, mais c'est qu'alors elle a subi une modification chimique qui lui fait perdre ses propriétés coagulatives. — MM. Richet et Héricourt ont essayé l'action des inhalations de térébenthine à haute dose dans le traitement de la tuberculose chez le chien. Les résultats sont encourageants, car, sur trois animaux soumis à la méthode, un a survécu neuf mois et deux sont bien portants, tandis que tous les témoins ont succombé. M. Hénocque rappelle que ce traitement a déjà été employé avec succès par Brémont. Il augmente l'activité de l'oxyhémoglobine et donne probablement lieu à la production d'un peu d'ozone. — M. Sabrazès a constaté que l'inoculation d'une émulsion tannique récente de bacille de Koch détermine une tuberculose maligne chez le cobaye. Une émulsion plus ancienne confère de même la maladie. L'action bactéricide du tannin est donc nulle. D'autre part, le tannin, même à haute dose, n'immunise pas le cobaye, ni n'enraye la marche de la

tuberculose chez cet animal. — M. Gessard a reconnu que le bacille pyocyanique a la propriété de noircir en présence de la tyrosine et cela par le fait d'une oxydation. — M. Sicard, après avoir injecté des toxines tétaniques à des chiens, a pu empêcher les accidents par des injections sous-arachnoïdiennes d'antitoxine. Les mêmes injections, faites chez un malade tétanique, amenèrent la diminution des accidents, mais le malade succomba néanmoins. — M. Milian a préparé des épilombs de cobayes jeunes où l'on distingue nettement des cellules vaso-formatives à globules rouges à côté de cellules vaso-formatives à globules blancs. — M. A. Charrin a observé des lésions variées chez des nouveau-nés issus de mères tuberculeuses, rhumatisantes, etc. — MM. Féré et Legros ont reconnu la fréquence de la contraction idio-musculaire chez les paralytiques généraux.

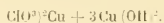
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 11 Novembre 1898.

M. H. Moissan expose ses recherches sur la préparation et les propriétés du calcium pur et cristallisé. On peut obtenir ce métal soit par l'électrolyse de l'iodure correspondant, soit en utilisant la solubilité du calcium dans le sodium et en décomposant, par ce dernier métal, l'iodure calcique pur. Enfin, on peut réduire le chaux par le charbon au four électrique. L'auteur de ces recherches décrit successivement l'hydruure CaH_2 , l'azoture $\text{Az}(\text{Ca})_2$, le calcium ammonium $\text{Ca}(\text{AZl})_2$ et l'amidure $\text{Ca}(\text{AZl})_2$. — MM. Wyrouboff et A. Verneuil signalent deux propriétés caractéristiques des terres rares : 1° elles forment très facilement des polymères ; 2° elles se combinent entre elles pour donner des oxydes complexes pouvant également se polymériser. Les auteurs exposent leurs recherches sur les nitrates, sulfates et chlorhydrates des oxydes condensés de ces terres rares. Ils signalent ce fait qu'on a depuis longtemps décrit des composés analogues pour les oxydes de fer, d'aluminium, de chrome, d'étain, sans faire ressortir l'importance de cette condensation. Ces sels étaient généralement considérés comme basiques, alors qu'en réalité ils répondent à des composés neutres ou même acides de bases polymérisées. — M. G. Bertrand a fait agir la bactérie du sorbose sur la xylose, l'arabinose, la dextrose et la galactose. Ces aldoses se transforment en acides monobasiques correspondants. En poursuivant l'action de la bactérie sur l'acide gluconique, il a obtenu un corps acide à fonctions réductrices de formule probable :



Le sel de calcium de ce dernier composé rappelle l'oxylucuronate de M. Boutroux. — M. L. Bourgeois a obtenu, en décomposant le chlorate de cuivre par l'action ménagée de la chaleur, un chlorate basique de formule :



Ce nouveau sel est isomorphe avec la variété clinorhombique de l'azotate basique de cuivre bien connu. — M. Trillat a adressé deux notes sur la recherche et le dosage de l'alcool méthylique. — M. V. Thomas a étudié l'action du chlorure ferrique sur le paradihydrobenzène. Il décrit un certain nombre de termes chlorobenzéniques, dont il poursuit l'étude. Ces composés se volatilisent très facilement, la plupart à une température inférieure à leur point de fusion. — MM. Plateau et Labbé séparent le citronnello du citral par le procédé suivant : dans un mélange des combinaisons bisulfitiques de ces aldéhydes, le citronnello seul se précipite à l'état de citronnello-sulfite de baryum. Ils ont ainsi décelé de petites quantités de

citronnello dans des essences considérées comme ne renfermant que du citral. — M. Labbé a repris l'étude de l'essence de thym. Il en a séparé un hydrocarbure bouillant à 136-138°, du menthène, du cymène, 4 à 5 % de linalol et une quantité notable de bornéol. — M. Léo Vignon a adressé une note sur la formation du furtulol, à partir de la cellulose et de ses dérivés oxy et hydro, et une seconde note sur la nitration de ces dérivés. — M. L. Lindet communique les recherches de M. Aimé Girard sur les latex de caoutchouc. — M. Lucas décrit un procédé de dosage colorimétrique du cuivre ; il donne également un procédé de séparation du cuivre et de l'antimoine. — M. Vaillant a étudié l'action du chlorure de soufre sur le dérivé cuprique de la benzoylacétone ; il se forme ainsi une dithio-benzoylacétone. — MM. Charabot et Pillet communiquent leurs recherches analytiques sur les essences de néroli et de petit-grain. E. CHARON.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

Ernest Wilson : L'Électromètre à quadrants de lord Kelvin, employé comme wattmètre et voltmètre. — La méthode employée par l'auteur est la suivante : Il prend deux électromètres à quadrants de Kelvin ; l'un d'eux, en relation avec un commutateur tournant, sert à déterminer les valeurs instantanées ainsi que la différence de potentiel d'un courant alternatif, tandis que le second est utilisé comme wattmètre à lecture directe. En donnant au commutateur dix positions par demi-période, la méthode offre la plus grande précision ; le nombre des watts peut être calculé directement, sans qu'on ait besoin d'intégrer la courbe du courant. Quand le courant et le potentiel ont la même phase, le nombre de watts calculé s'accorde à 1 ou 2 % près avec le nombre déduit des indications d'un voltmètre et d'un ampèremètre.

En résumé, l'auteur conclut que l'électromètre de Kelvin peut être employé avec précision comme wattmètre pour courants alternatifs, à la condition toutefois que la formule de Maxwell soit vérifiée pour la série de potentiels employés ; l'auteur indique deux méthodes pour cela.

La note se termine par quelques indications sur la variation de résistance des bandes de manganine, aujourd'hui communément employée comme résistance. Au début, pendant quelque temps, sa résistance diminue graduellement, puis elle finit par rester pratiquement constante.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Octobre 1898.

M. D.-J. Korteweg rend compte des résolutions de la seconde Conférence de Londres sur le Catalogue international. La Conférence a été guidée dans ses décisions par un rapport élaboré, préparé par un comité spécial nommé par la Société royale de Londres. M. Korteweg croit pouvoir approuver en général l'organisation du travail et l'arrangement du catalogue sous la double forme de fiches et de volumes, comme l'a recommandé ce rapport. Il voit, dans l'institution, pour chaque science, de commissions d'experts, ayant le droit de décider en dernière instance sur les questions de classification, une garantie précieuse que les désirs et les intérêts des travailleurs scientifiques proprement dits seront consultés en premier lieu. L'édition du catalogue en volumes permettra de s'en servir sans faire une étude préalable du système de symboles de classification adopté, les symboles n'y jouant qu'un rôle tout à fait secondaire. La manière dont ils ont été introduits et l'emploi des mots souches permettront d'élargir et de modifier la classification d'après les nouvelles exigences qui se feront valoir. M. Korteweg croit qu'on devra admettre les mots souches dans toutes les

sciences qu'embrasse le catalogue. Leur emploi judicieux conduira, dans l'avenir, au développement approprié et naturel de la classification. Sur plusieurs questions la Conférence elle-même a pris des décisions; au contraire, d'autres non moins importantes ont été réservées à une Commission internationale provisoire. Cette commission aura à remplir une tâche bien difficile. Pour la lui faciliter, les délégués ont été priés de provoquer l'organisation de commissions locales, chargées d'étudier tout ce qui se rapporte au catalogue et d'en rapporter dans un délai de six mois. En effet, le travail de la Commission internationale sera allégé de beaucoup aussitôt qu'il se sera établi une conformité d'opinions à peu près générale entre les différentes commissions locales. La clarté et la précision avec lesquelles les questions ont été posées dans le rapport du comité de la Société royale font espérer que de tels concours d'opinions se présenteront effectivement. M. Korteweg prie la commission de l'Académie des Sciences, qui s'est occupée déjà plusieurs fois du catalogue, de vouloir se constituer en commission locale. — M. le président, H. G. van de Sande Bakhuyzen, promet de convoquer de nouveau cette commission.

19 SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. le Président présente, au nom de son frère, M. E. F. van de Sande Bakhuyzen, une nouvelle communication : « Quelques remarques par rapport au mouvement de quatorze mois du pôle terrestre et de la durée de sa période ». Ce second travail (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. IX, p. 834) a été provoqué par une étude de M. Chandler (*Astronomical Journal*, n° 446) contenant une réputation des résultats obtenus par les frères Bakhuyzen en rapport avec la période d'environ quatorze mois. Ici l'auteur maintient les deux propositions suivantes : 1° Jusqu'à présent, il n'y a pas de raison suffisante pour la supposition que, depuis 1860, le mouvement en environ quatorze mois ne soit pas uniforme. 2° Depuis 1860, la durée de cette période ne diffère pas sensiblement de 431 jours. Ces théorèmes ne s'accordent nullement avec les résultats de M. Chandler. — M. J.-C. Kluyver présente un mémoire de M. N.-L.-W.-A. Gravelaar, intitulé : *John Napier's Werken* (les œuvres de J. Napier). Sont nommés rapporteurs : MM. Kluyver et Korteweg.

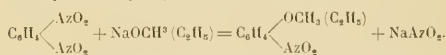
20 SCIENCES PHYSIQUES. — M. J.-D. van der Waals reprend les ordres d'idées d'une communication antérieure (31 octobre 1896). Il donne une déduction simple de l'équation de l'état pour des substances à molécules fines et composées, et fait entrevoir la manière dont on peut déterminer la seconde correction ϵ_1 de la formule :

$$b = b_0 \left[1 - \frac{17}{32} \frac{b_0}{V} + \epsilon_1 \left(\frac{b_0}{V} \right)^2 - \text{etc.} \right]$$

(voir *Rev. générale des Sc.*, t. VII, p. 1170) à l'aide d'intégrations sans doute très laborieuses. — M. van der Waals présente encore une communication de M. N.-J. van der Lee, intitulée : « L'influence de la pression sur la température critique des mélanges ». En 1886 (*Annalen de Wiedemann*, t. XXVIII), M. Alexejew a publié des expériences ayant pour but d'étudier l'influence de la température sur la solubilité mutuelle de deux liquides l'un dans l'autre. Il démontrait principalement l'existence d'une température, particulière pour tout couple de fluides, au-dessus de laquelle le mélange se fait dans toutes les proportions; cette température limite s'appelle la température critique du mélange. Mais déjà plus tôt on avait une présomption de l'existence de cette température. Ainsi en 1880, M. van der Waals avait montré que la pression devrait entrer pour quelque chose dans ce phénomène en trouvant que, dans un mélange d'éther et d'eau, le ménisque séparant les deux phases s'aplatit si l'on augmente la pression. En 1894 (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 512), M. J. de Kowalsky publiait des expériences, entreprises dans l'espoir de vérifier la théorie de van der Waals parue en 1889 (Théorie moléculaire d'une substance composée de deux matières différentes, *Arch. Néerl.*, t. XXIV); seu-

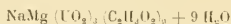
lement, même dans le cas de très hautes pressions, il ne constatait aucune influence, hormis le cas du mélange triple d'éthylalcool, isobutylalcool et d'eau. Dans ces derniers termes, M. E. Klobbe (*Z. physik. Chem.*, t. XXIV, p. 617, a trouvé une influence très prononcée de la pression de 100 atmosphères sur le mélange éther-eau; mais il ne l'a pas évaluée. Donc l'auteur tâche d'y suppléer en cherchant à évaluer l'influence de la pression dans le cas du mélange ean-phénol, dont la température en question est 67°. Ses expériences montrent que cette température s'élève quand on augmente la pression, et que le pli longitudinal de la surface $\frac{1}{2}$ de van der Waals admet un point de pissement dans la direction des volumes plus grands et qu'il y est concave vers l'axe des x , etc.

— M. H. Kamerlingh Onnes communique quelques détails sur un manomètre absolu ouvert, raccourci, à transmission de pression à l'aide de gaz comprimé, construit au laboratoire de Leyde. D'abord il rappelle le principe. Pour la détermination de hautes pressions, par exemple d'une pression de 100 atmosphères, les manomètres ouverts à mercure sont indispensables. Seulement les manomètres gigantesques à fil continu de mercure sont trop larges pour la plupart des laboratoires. Donc, déjà en 1845, Richards a raccourci ce manomètre, en le décomposant en plusieurs parties placées l'une à côté de l'autre, et communiquant entre elles par des tuyaux remplis d'eau. Le manomètre normal construit en 1881 par Thiesen pour le Physikalisch-Technische Reichsanstalt est construit d'après ce principe. A Leyde, M. Onnes s'est servi de la transmission de pression par le gaz comprimé; à présent, dans un appartement de son laboratoire, il a déjà obtenu une pression de 60 atmosphères. — M. C.-A. Lobry de Bruyn fait une communication (également au nom de M. A. Steger) sur la vitesse de substitution d'un groupe nitro par un oxyalkyle dans la réaction :



Il résulte de leurs expériences que ce groupe est substitué plus aisément dans le paradinotrobenzène que dans l'orthodinitrobenzène et que le méthylate de sodium agit moins vite que l'éthylate. Il a été prouvé également que la diminution de la concentration ne fait pas élever la constante de la réaction, résultat qui est contraire à celui trouvé par MM. Hecht, Conrad et Brückner, lors de leur étude sur la formation des éthers ordinaires (d'après l'équation $CH_3J + NaOCH_3 = CH_3OCH_3 + NaJ$, etc.). Conforme à cette différence, l'expérience a démontré que la vitesse de la formation des éthers est diminuée par la présence d'un sel d'iode en excès, tandis qu'il n'en est pas ainsi en ce qui concerne la substitution du groupe nitro par un oxyalkyle. Des constantes de réaction furent obtenues également en opérant avec les alcools aqueux (jusqu'à 50 %); ceci résulte du fait que, dans ces alcools dilués d'eau, la presque totalité du sodium est présente sous forme d'alcoolate. Des expériences spéciales ont confirmé ce résultat. Il est remarquable que l'eau fasse monter la constante de la réaction du méthylate de sodium tout en faisant baisser celle de l'éthylate. — M. H. Behrens : *Sur quelques anomalies du système de Mendeleeff*. D'après J.-W. Retgers (*Beitrag zur Kenntnis des Isomorphismus*, t. IV, p. 70), les tellurates ne sont pas isomorphes avec les sulfates et les sélénates et le tellurium fait partie du huitième groupe, et non pas du sixième, entre Ru et Os. Pour son premier théorème, Retgers indique des expériences, et en effet la véracité de ses observations et de ses conclusions a été confirmée par des expériences avec des sels d'argent qui firent voir que Az_2TeO_6 n'est pas isomorphe avec Az_2CrO_6 , tandis que ce dernier donne avec Az_2SO_6 des cristallins mixtes colorés. Pour le second théorème, Retgers cite l'isomorphisme des chlorotellurites avec les chloroplatinates, mais non des expériences donnant des cristallins mixtes; donc ce théorème était encore à

contrôler. L'auteur a obtenu des cristaux mixtes de Cs_2TeCl_6 et Cs_2OsCl_6 , de Cs_2TeCl_6 et Cs_2IrCl_6 , de Cs_2TeCl_6 et Cs_2SnCl_6 . De plus il préparait un oxalate double bien cristallisé de potassium et de tellurium qui montre beaucoup d'analogie, tant en génération qu'en forme, avec l'oxalate double de potassium et de zirconium. D'après cette analogie on serait conduit à placer Te dans le quatrième groupe; seulement d'autres expériences qui donnent des cristaux mixtes bien beaux de Rh_2SnCl_6 et Rh_2IrCl_6 et même de Cs_2SnCl_6 et Cs_2MnCl_6 s'y opposent aussi fort que possible. En somme, d'après l'auteur, la signification de l'isomorphisme dans les considérations chimiques est encore moindre que les recherches de Retgers l'ont montré. Ainsi, parce qu'il n'est pas permis de parler de l'isomorphie des chromates et des sulfates, des phosphates et des arsénates ou des vanadates, mais seulement de l'isomorphie entre des groupes précisément restreints de ces sels. En effet, l'acide chromique peut remplacer l'acide sulfurique en des compositions avec des métaux uni et bivalents, mais pas en des aluns; l'acide phosphorique et l'acide vanadique peuvent remplacer l'acide arsénique dans l'apatite de plomb, mais pas dans l'arséniate d'ammonium et de calcium. D'un autre côté, l'isomorphie des métaux bivalents dans les dernières compositions et les acétates triples du type :



est bien importante. On croirait que, dans des compositions compliquées, la forme dépend principalement d'un noyau d'un volume moléculaire considérable, dans le dernier exemple celui du complexe d'atomes toujours présent $\text{NaUO}_3(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_3)_3$. Ici se présente la morphotropie combinée à l'isomorphie, ce qui motive la supposition qu'une combinaison pareille est la cause de plusieurs déviations, parce que, dans les proxénites, le remplacement de Mg par Ca, de Ca par Zn ou Mn emporte un changement de système de cristallisation avec conservation de l'habitus. — **M. S. Hoogewerff et W.-A. van Dorp**, en continuant leurs recherches sur l'action des alcools sur les imides (*Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas et de la Belgique*, t. XVII, p. 197), ont trouvé que, sans l'intervention de l'acide chlorhydrique, plusieurs imides chauffés avec de l'alcool méthylique en tubes scellés à 170° et 200°, sont transformés en éthers des acides amidoïques correspondants. Cette même réaction a lieu dans plusieurs cas avec de l'alcool méthylique bouillant à pression ordinaire, mais la réaction est plus lente. De cette manière, ils ont préparé les éthers amidoïques de la succinimide, la succinophénylimide, la phthalophénylimide. Quelques-uns de ces éthers, chauffés avec de l'alcool méthylique, sont transformés en imides. Peut-être la réaction est réversible



L'alcool méthylique montre aussi envers les imides un pouvoir d'étherification beaucoup plus fort que l'alcool éthylique ou propylique (comparez Menshutkin, *Annales de Liebig*, t. CLXXXV, p. 357).

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. C. Winkler** : *Attention et respiration*. La physiologie moderne de l'écorce du cerveau attache la plus grande valeur à la notion de l'association. Après avoir prouvé que les parties différentes de cette écorce sont les sièges de fonctions particulières, elle a été obligée d'abord de s'imaginer des liaisons entre ces parties, ensuite d'expliquer les processus physiologiques à l'aide de ces liaisons. De plus, elle a dû accepter la théorie du parallélisme entre les événements physiologiques et psychologiques, en exigeant qu'une variation physiologique donnée corresponde à une condition psychologique déterminée. D'où

découle une difficulté, celle que la psychologie ne connaît qu'une succession de conditions psychologiques et qu'elle doit apprendre de la physiologie la cause de cette succession. Pour y suppléer, la physiologie se sert de la notion association, en supposant qu'une variation physiologique d'un groupe de cellules a la faculté de se propager le long des fibres à un autre groupe de cellules pour y causer une nouvelle variation. Ainsi s'est développée la physiologie associative, qui s'efforce d'expliquer une succession quelconque de conditions physiologiques en les associant à des événements physiologiques parallèles; par là même, elle est rigoureusement une science de la matière. Elle étudie la vie consciente comme celle d'un automate inconscient des phénomènes qui se passent en lui, répondant seulement à la minorité de ces phénomènes par les actions physiologiques parallèles. Seulement l'opinion généralement admise que l'homme, au lieu de se comporter en automate, agit consciemment, est une objection bien grave contre cette théorie de l'association. D'où vient cette idée d'activité? Une connaissance moins superficielle de la partie psycho-motrice de l'écorce peut conduire à une réponse tant soit peu satisfaisante à cette question. Des expériences cliniques nombreuses ont montré que l'observation et la réminiscence d'un mouvement musculaire exécuté sont liées à l'existence intacte de cette partie psycho-motrice. Donc il semble possible que, par l'association de groupes de cellules psycho-motrices aux variations dans les parties observatrices de l'écorce qui accompagnent la réminiscence consciente, l'homme se forme l'illusion qu'il fixe cette réminiscence lui-même. L'auteur se propose de répandre plus de lumière sur ce point douloureux bien important et bien délicat en examinant par quels mouvements musculaires l'homme en action mentale se distingue de l'homme inattentif. Voici sommairement les résultats de ces expériences très minutieuses déposées dans un grand nombre de graphiques: Pendant l'effort de l'attention (calcul de $7 \times 7 \times 7 \times 7$, etc.), le pouls s'accélère, la respiration — surtout l'exhalation — se raccourcit et devient plus restreinte et superficielle, les muscles tensifs de la main et du cou se tendent; après, le pouls et la respiration se ralentissent, surtout l'exhalation, inclinée à augmenter la dimension et les pauses, tandis que les muscles tensifs de la main et du cou se détendent. Enfin, l'auteur prouve que le complexe des mouvements observés s'obtiennent expérimentalement chez le chien en excitant par le courant d'induction un certain point du lobe frontal de l'écorce du cerveau. — **M. K. Martin** fait communication d'une circulaire du bureau du Congrès géologique international de 1897, sur un institut flottant international. — **M. P.-P.-C. Hoek** présente, au nom de **M. M.-C. Dekhuijzen**, une communication: Les corpuscules rouges calciformes du sang de la lamproie (*Petromyzon fluviatilis*). — Ensuite **M. Hoek** présente la thèse de **M. Redeke** : « Onderzoekingen betreffende het urogenitaalstelsel der Selachiers en Holocephalen » (Recherches sur le système urogénital des Sélaciens et des Holocephales). — **M. J.-M. van Bemmelen** présente un mémoire de **M. J. Lorie** : Description de quelques nouveaux percements du sol. Sont nommés rapporteurs : **M. van Bemmelen** et **G. van Dienen**. — **M. C.-K. Hoffmann** présente la thèse de **M. H.-J. Coert** : « Over de ontwikkeling en den bouw van de geslachtsklier by de zoogdieren, meer in het bijzonder van den ciestok » (Développement et structure de la glande génitale des Mammifères, surtout de l'ovaire).

P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

La séance publique annuelle de l'Académie des Sciences de Paris. — Le lundi 19 décembre, l'Académie des Sciences de Paris a tenu sa séance publique annuelle. Dans son discours d'ouverture, le président, M. C. Wolf, a d'abord rappelé qu'il s'est écoulé bientôt deux cents ans depuis que l'ancienne « Académie royale des Sciences » tint sa première séance publique et il a retracé la physionomie particulière de ces réunions à l'origine. Il a ensuite rendu hommage à la mémoire des membres de l'Académie décédés pendant la présente année : M. Aimé Girard, membre titulaire, et MM. Demontzey, Souillart, Pomelet Cohn, correspondants, puis à celle de M. Gauthier-Villars, l'imprimeur bien connu, qui, depuis plus de trente ans, éditait avec un soin tout particulier les publications de l'illustre Assemblée. Enfin, M. Wolf a fait l'historique des prix décernés par l'Académie, dont le nombre s'est encore accru cette année par suite des libéralités de MM. Estrade-Delcros et Wilde, et il a terminé en regrettant que les Sciences astronomiques soient si mal partagées à ce point qu'il ait été impossible à l'Académie de récompenser quelques observateurs de talent.

Les secrétaires perpétuels ont ensuite proclamé les noms des lauréats pour 1898.

La question mise au concours pour le grand *Prix des Sciences mathématiques* était : « Chercher à étendre le rôle que peuvent jouer en Analyse les séries divergentes ». Le prix a été décerné à M. EMILE BOREL ; une mention honorable a été accordée à M. MAURICE SERVANT.

Le *Prix Francœur* a été décerné à M. VASCHY, et le *Prix Poncelet* à M. HADAMARD, pour l'ensemble de leurs travaux sur les Sciences mathématiques.

Sur le *Prix extraordinaire de six mille francs*, un prix de deux mille francs a été accordé à M. BAULE pour ses travaux sur la Navigation et l'Hydrographie ; un prix de quinze cents francs à M. G. CHARPY, pour ses recherches relatives au travail des métaux, faites au Laboratoire central de la Marine ; un prix de mille francs à M. L. RAVIER, pour son mémoire sur les déviations des compas des navires ; un prix de mille francs à M. THIÉBAUT, pour son étude sur les fluctuations de la

marée en syzygies, et un encouragement de cinq cents francs à M. MOISSENET, pour son ouvrage sur les yachts.

Le *Prix Montyon* (Mécanique) a été attribué à M. DE MAS, pour ses recherches expérimentales sur le matériel de la batellerie. Le *Prix Fourneyron* a été partagé entre M. BOURLET et MM. CARVALLO et JACOB, pour leurs différentes publications sur la théorie des bicyclettes ; une mention honorable a été attribuée à M. SHARP.

Le *Prix Lavine* a été décerné à M. S.-C. CHANDLER, pour l'ensemble de ses travaux, spécialement sur la variation de la latitude ; un encouragement a été accordé à M. CHOFARDET. Le *Prix Danoiseau* a été décerné à M. G.-W. HILL, le *Prix Valtz* au P. COLIN, de la Mission de Madagascar, le *Prix Janssen* à M. BELOPOLSKY, de l'Observatoire de Poulkova, pour l'ensemble de leurs travaux mathématiques, astronomiques ou géodésiques.

Le *Prix Jecker*, décerné aux travaux jugés les plus propres à hâter les progrès de la Chimie organique, a été partagé entre MM. G. BERTRAND, BUISINE et DANIEL BERTHELOT.

Le *Prix Wilde* a été attribué à M. CH.-A. SHOTT, pour l'ensemble de ses travaux sur le magnétisme terrestre.

Pour le *Prix Vaillant*, la question mise au concours était « l'étude microscopique des sédiments, entreprise au double point de vue de la genèse des dépôts et des modifications qu'ils ont pu subir dans la suite des âges ». Le prix a été décerné à M. LUCIEN CAYEUX.

Le *Prix Desmazères* a été attribué à M. GIOVANNI-BATTISTA DE TONI, pour l'ensemble de ses travaux algorithmiques. Sur le *Prix Montagne*, un encouragement de mille francs a été accordé à M. le général PARIS pour ses travaux sur les Mousses, et un encouragement de cinq cents francs à M. LEDOUX-LEBARO, pour son mémoire sur la morphologie du bacille de la tuberculose.

Le *Prix Thore* a été décerné au R. P. PANTEL, et le *Prix Savigny* à M. COUTIÈRE.

Les *Prix Montyon* (Médecine), ont été décernés à M. WIDAL, à M. BARD et à MM. PONCET et BÉRARO ; des mentions ont été attribuées à MM. LE DOUBLE, VARIOT et KIRMISSON.

Le *Prix Barbier* a été décerné à M. le Dr J. COMBY, pour ses travaux sur les maladies de l'enfance.

Le *Prix Bréant* a été décerné à M. C. PHISALIX, pour ses

travaux physiologiques sur les venins et les toxines.

Le *Prix Giscard* a été partagé entre MM. les Drs Motz et F. GUIARD. Le *Prix Bellion* a été décerné à M. CASTING, le *Prix Mège* à MM. LARABIE-LAGRAVE et F. LEGUEU, le *Prix Lallemand* à M. Ed. PHELPS-ALLIS et à M. A. THOMAS, le *Prix Larrey* à MM. J. REGNAULT et DE RAULT.

Le *Prix Monthouy* (Physiologie) a été décerné à M. J. TISSOT, pour son mémoire sur l'énergétique musculaire, le *Prix Pourat* à MM. D. COURTAGE et J.-F. GEYON, pour leur étude sur l'innervation motrice de l'estomac, le *Prix Philipeaux* à M. MOUSSU, pour ses recherches sur les fonctions des glandes parathyroïdiennes.

Le *Prix Gay* a été décerné à M. C. SAUVAGEAU, pour son étude sur la flore marine du golfe de Gascogne.

Le *Prix Montyon* (Arts insalubres) a été partagé entre MM. CARLES et F. MASURE. Le *Prix Trémont* a été décerné de nouveau à M. FRÉMONT pour ses recherches sur le travail des métaux. Le *Prix Geyner* est attribué à M^{me} S. CURIE, le *Prix Delalande-Guineaux* à M. EMILIO DAMOUR, le *Prix Jérôme Ponti* à M. GUICHARD et à M. LEMOULT, le *Prix Tchihatchef* à M. CHAFFANON pour ses explorations dans l'Amérique du Sud et en Asie, le *Prix Houlléville* à M. EDOUARD BRANLY, le *Prix Cahours* à MM. HÉBERT et THOMAS et à M. METZNER, le *Prix Saintour* à M. FÉLIX BERNARD, le *Prix Kastner-Boursault* à MM. ANDRÉ BLONDEL et F.-P. DUROIS et à M. PAUL JANET, et le *Prix Estrade-Delcor* à M. MUNIER-CHAMAS.

Nous avons eu le plaisir de rencontrer les noms d'un grand nombre de nos collaborateurs parmi les lauréats de l'Académie; qu'ils nous permettent de les en féliciter ici bien vivement.

§ 2. — Physique

La conductibilité électrique et la luminosité des flammes contenant des sels vaporisés. — Les opinions des savants diffèrent beaucoup sur la façon dont le métal d'un sel ordinaire est mis en liberté lorsque ce sel est vaporisé dans une flamme. Pour les uns, cette mise en liberté est le résultat d'un phénomène de dissociation, dû à la haute température de la flamme; pour d'autres, le sel est transformé d'abord en hydrate ou en oxyde, puis réduit par les gaz de la flamme. Il faut remarquer, toutefois, que les radiations lumineuses ne sont pas émises seulement par les parties réductrices de la flamme, mais également par celles où les gaz oxydants sont en abondance et où les métaux les moins oxydables sont rapidement oxydés même à l'état massif.

Trois savants anglais, MM. A. Smithells, H. M. Dawson et H. A. Wilson, viennent de reprendre l'étude de cette intéressante question et ont récemment communiqué à la Société Royale de Londres le résultat de leurs travaux.

Les auteurs ont d'abord recherché s'il existe une relation définie entre la luminosité communiquée à la flamme par les sels vaporisés et la conductibilité électrique des vapeurs salines. On sait qu'en effet Arrhénius a mis en évidence cette conductibilité et a conclu qu'elle était en relation avec une dissociation électrolytique des sels. Si celle-ci existe réellement, elle donne l'explication de la présence d'ions métalliques dans la flamme, ions qui, grâce à leur charge électrique, peuvent persister dans un milieu oxydant.

Pour étudier la conductibilité électrique, les auteurs se sont servis de l'appareil suivant : il consiste en un brûleur de Bunsen, où les deux cônes qui constituent la flamme sont séparés et maintenus éloignés l'un de l'autre. Deux électrodes, formées par deux cylindres coaxiaux en alliage platine-iridium, sont fixées symétriquement dans l'espace qui sépare les deux cônes de la flamme. La source d'électricité est constituée par trois accumulateurs donnant une force électromotrice de 5-7 volts. Les courants de gaz et d'air sont parfaitement réglés; le courant d'air est amené de façon à entraîner dans la flamme un jet extrêmement fin d'une solution du sel à examiner. Le courant électrique qui

passé entre les électrodes est mesuré au moyen d'un galvanomètre de Kelvin.

Les recherches ont porté sur un grand nombre de sels des métaux suivants : sodium, potassium, lithium, césium, rubidium. Voici les conclusions générales des expériences effectuées.

La conductibilité des sels vaporisés est, en général, d'un caractère électrolytique, mais elle se distingue néanmoins de la conductibilité électrolytique des solutions aqueuses. Ainsi, elle n'obéit à la loi de Ohm que dans de certaines limites, et la relation entre l'intensité du courant et la force électromotrice est représentée généralement par une expression complexe.

Les conductibilités des divers sels diffèrent beaucoup; elles dépendent du constituant électropositif.

Parmi les divers sels d'un même métal, il se produit des différences de conductibilité aux fortes concentrations, mais aux basses concentrations les solutions ont toutes la même conductibilité.

La conductibilité des sels halogénés est différente de celle des oxy-sels.

La conductibilité des sels halogénés d'un même métal s'accroît avec le poids atomique de l'halogène.

La conductibilité des oxy-sels d'un métal est approximativement la même et s'approche de celle des hydrates.

Les sels halogénés les plus facilement oxydables sont probablement transformés en partie en oxydes dans la flamme, de sorte que leur conductibilité se compose de deux parties.

La façon dont les sels se comportent dans une flamme où l'on a introduit du chloroforme semble montrer que la conductibilité et la coloration de la flamme ne sont pas dues à une cause commune.

En résumé, la coloration d'une flamme par un sel alcalin ne semble pas être en relation avec l'ionisation du sel; le métal doit être mis en liberté par un processus chimique. Ce processus consiste probablement en une réduction par les gaz de la flamme. Un oxy-sel doit généralement être transformé d'abord en oxyde, puis réduit; de même pour les sels halogénés, il doit y avoir formation d'oxyde avant la réduction.

Les recherches de MM. Smithells, Dawson et Wilson ne confirment donc pas l'hypothèse d'Arrhénius en ce qui concerne les métaux alcalins. De nouvelles expériences viendront probablement nous indiquer s'il en est de même pour les autres métaux.

§ 3. — Arts chimiques

Les recherches de M. Coupeau sur la dilatation des pâtes céramiques. — On sait que les objets céramiques se composent essentiellement d'une pâte argileuse cuite, mais non fondue, poreuse dans les poteries et faïences, en partie vitrifiée et compacte dans les grès et porcelaines, qui forme le corps de l'objet; puis d'une *couverte* complètement fondue, qui garde le plus souvent, après refroidissement, l'état vitreux. Pendant sa fusion, la couverte se soude sur la pâte avec laquelle elle est en contact. De cette liaison peuvent résulter, quand il n'y a pas accord de dilatation entre les deux éléments ainsi soudés, deux défauts graves : la *tressaillure*, quand la dilatation de la pâte est plus petite que celle de la couverte, l'*écailage*, quand la dilatation de la pâte est supérieure à celle de la couverte. Les ruptures qui sont la suite de ces deux défauts mettent rapidement les objets hors d'usage.

On conçoit donc l'importance qu'il y a à connaître la dilatation des pâtes céramiques et des couvertes que l'on réunit. Des recherches ont été faites successivement sur ce sujet par MM. Sainte-Claire Deville et Troost (1864), B. Le Chatelier (1888), Holborn et Wien (1892), Damour (1897), mais le problème était loin d'être complètement résolu. Aussi, dans le courant de cette année, la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, a-t-elle confié à M. Coupeau, ingénieur civil des Mines une étude sur la dilatation des pâtes céra-

miques, dont l'auteur vient de faire connaître les principaux résultats¹.

Les recherches ont été effectuées à la manufacture de Sèvres, sous la direction de M. Vogt, à l'aide d'un appareil simple et précis qui permet de suivre les dilata-tions jusqu'à près de 1000°. Il se compose essentiellement de deux baguettes de nature différente entre lesquelles est fixé un miroir; si l'on chauffe le système, la dilatation des deux pièces étant différente, le miroir s'incline dans un sens ou dans l'autre. Si la première baguette a une dilatation connue, on en déduira celle de la seconde d'après l'inclinaison du miroir.

Avec cet appareil, M. Coupeau a déterminé la dilatation d'un certain nombre de pâtes et de couvertes courantes; puis celle des argiles, qui sont l'élément plastique servant de base à la constitution des pâtes, et l'influence des autres éléments des pâtes sur la dilatation de l'argile.

La conclusion la plus importante qui ressort de son travail est relative aux rôles des différentes variétés de silice dans la dilatation des pâtes céramiques. On sait, d'après M. H. Le Chatelier, que ces variétés sont au nombre de quatre, présentant des dilatations très différentes et, le plus souvent, très irrégulières.

Le quartz présente une dilatation croissant régulièrement, mais de plus en plus rapidement jusqu'à 570°; à cette température, il éprouve un changement d'état brusque accompagné d'une augmentation notable de ses dimensions; au-dessus de cette température, et au moins jusqu'à 1.100°, la dilatation devient négative: le quartz se contracte lentement et d'une façon continue. Tous ces changements sont réversibles.

La tridymite, autre variété définie de la silice, présente aux basses températures une dilatation beaucoup plus forte que le quartz, mais qui décroît à mesure que la température s'élève et finit par s'annuler vers 800°; elle se contracte ensuite légèrement.

Toutes les variétés de silice, calcinées à la température des fours à acier, soit 1.600°, au contact d'une petite quantité de fondants, arrivent à un état stable qui doit être celui de la silice amorphe. En tous cas, la dilatation varie toujours régulièrement avec la température, et reste toujours très faible.

Il existe enfin une quatrième variété de silice, obtenue en chauffant au-dessus de 1.000° une variété quelconque de la calcédoine (silex, agate). Elle est caractérisée par une dilatation toute spéciale; elle éprouve vers 200° une augmentation brusque qui se traduit par un allongement d'environ 1 %. Au-dessus de cette température, la dilatation continue à croître, mais très lentement.

Or, quelle est l'influence de l'addition d'une de ces variétés à une pâte argileuse?

M. Coupeau a reconnu que l'addition de sable quartzueux à une argile augmentait sa dilatation d'autant plus que la proportion en était plus élevée. Si l'on n'envisage d'abord que les produits cuits à 1.000°, ceux qui sont riches en quartz ont une dilatation très analogue à celle du quartz pur. La forme de la courbe est la même: accroissement rapide de la dilatation vers 500°, absence d'accroissement et même contraction au-dessus de 600°. En valeur absolue, les dilatations sont moindres que pour le quartz pur, en raison de la dilatation moindre de l'argile qui enrobe le sable et s'oppose à sa libre dilatation. Il en résulte des tensions inégales qui déplacent les grains de sable les uns par rapport aux autres, de telle sorte qu'une partie de la dilatation doit se faire aux dépens de la porosité qui doit diminuer.

L'addition de silex calciné à une argile augmente beaucoup plus encore la dilatation que ne le fait le quartz. La majeure partie de la dilatation se produit entre 200° et 300°.

Enfin, le sable de Decize, riche en alcalis, présente

une dilatation décroissant régulièrement à mesure que la température de cuisson s'élève. Son quartz, sous l'influence des fondants, se transforme progressivement et directement en silice amorphe.

Tous ces résultats pouvaient, en quelque sorte, être prévus *a priori*. Mais ce qui fut tout à fait imprévu et ce qui semble devoir présenter une réelle importance pratique, c'est que le sable quartzueux peut, dans certaines conditions, éprouver la même transformation que la calcédoine calcinée et occasionner ainsi des accroissements énormes de dilatation avec l'anomalie de 200°. Cette transformation se produirait d'autant plus facilement que le quartz est plus fin et la température de cuisson plus élevée, au moins tant qu'on ne dépasse pas 1.370°. Mais cette variété de silice n'est pas stable non plus, et tend à se transformer à son tour en silice amorphe, d'autant plus complètement que la température est plus élevée, que les fondants sont plus abondants et la finesse du sable plus grande. Le quartz pur fond vers 1.800° en donnant la silice vitreuse amorphe; le sable quartzueux additionné de 3 % de chaux se transforme à 1.600° en silice amorphe, le sable de Decize, riche en alcalis, commence à éprouver cette transformation vers 1.200°. Enfin, le sable très fin, mêlé à de l'argile relativement très pure, après avoir pris une dilatation énorme par cuisson à 1.270°, recommence à présenter une dilatation moindre par la cuisson à 1.370°.

On voit donc tous les mécomptes que peut occasionner la présence inévitable du sable quartzueux dans la pâte céramique; les plus légers changements dans les conditions de composition ou celles de cuisson pourront amener des changements considérables et impossibles à prévoir dans la dilatation, et surtout occasionner des dilatations irrégulières avec lesquelles aucune couverture ne saurait s'accorder. C'est là l'origine de toutes les difficultés que présente la fabrication des faïences fines et des grès, dont la composition et les points de cuisson correspondent précisément à la période d'état variable de la silice quartzueuse.

Si l'on voulait éviter ces inconvénients, il faudrait accepter des restrictions dans la composition et la cuisson des pâtes céramiques qui entraîneraient d'autres inconvénients non moins graves.

On pourrait d'abord proscrire la silice libre, le sable, de la composition des pâtes céramiques; mais on sait que les pâtes peu siliceuses sont beaucoup plus difficiles à couvrir d'un émail vitreux. La glaçure de la couverture disparaît dès que l'on dépasse un peu trop son point de fusion.

On pourrait s'astreindre à n'employer que des pâtes cuites de façon à obtenir leur vitrification complète, à rendre la silice totalement amorphe, c'est-à-dire à ne faire que de la porcelaine. Mais ce mode de cuisson entraîne, par suite des conditions d'encastage, des déchets de fabrication et de la température élevée nécessaire, des dépenses considérables qui maintiendraient toujours son prix de revient bien supérieur à celui de la faïence.

On pourrait, au contraire, limiter la cuisson à des températures peu supérieures à 1.000°, de façon à éviter la transformation du quartz. On a alors des pâtes qui peuvent recevoir des couvertes très variées et même à haute dilatation, comme les émaux alcalins des statuettes égyptiennes, dont la pâte est formée de sable presque pur, et ceux d'un très grand nombre de faïences d'art modernes, également très siliceuses. Mais alors pâtes et couvertes sont nécessairement tendres et par suite peu satisfaisantes pour un grand nombre d'usages.

La conséquence pratique des recherches de M. Coupeau sera plutôt, en montrant aux céramistes pourquoi et comment la silice est leur ennemie, de les aider à en triompher plus facilement. Dans cet ordre d'idées, le point essentiel à retenir est que le quartz non transformé par la chaleur tend à donner aux courbes de dilatation une convexité assez accentuée vers l'axe des températures, le quartz transformé par la chaleur une

¹ Bull. de la Soc. d'Encour. pour l'Ind. nat., 5^e série, t. III, p. 1274 à 1309.

concavité très accentuée dans la même direction. Entre ces deux extrêmes, il existera le plus souvent une courbe de dilatation sensiblement rectiligne, le plus convenable pour l'application des couvertes. Elle sera obtenue par une température de cuisson appropriée, dépendant de la composition de la pâte, de la nature des fondants, de la finesse des éléments et de l'intimité de leur mélange.

§ 4. — Acclimatation

Les jardins alpins. — L'intérêt scientifique que présente la protection des plantes de montagne n'est pas à démontrer ici, mais il peut être utile d'exposer ce qui a été fait dans ce sens.

Parmi les moyens qui ont été essayés pour sauver de la destruction certaines espèces qui auraient pu être menacées de disparaître, il faut signaler d'abord les mesures prises dans quelques pays par les lois ou par les autorités. C'est ainsi qu'en Suisse plusieurs législations cantonales se sont occupées de la conservation de l'edelweiss.

Mais l'initiative privée a certainement fait davantage. L'Association pour la Protection des plantes, fondée à Genève en 1883, a pris à tâche de protéger les espèces menacées et l'on peut dire qu'elle l'a fait avec le plus grand zèle. Son président, M. Henry Correvon, s'est consacré à cette œuvre avec ardeur.

Le procédé le plus efficace qui ait été employé a été la création de jardins alpins, destinés à conserver et à multiplier les végétaux de haute montagne.

Tout d'abord on a créé à Genève un jardin alpin d'acclimatation, ayant pour but l'élevage en grande quantité et par semis des plantes les plus recherchées; ce jardin vend des graines et des plantes aux horticulteurs et aux amateurs.

On a songé ensuite à créer, dans un but exclusivement scientifique, de véritables jardins botaniques à une altitude suffisante pour y être assuré de la conservation des plantes alpines. C'est M. Correvon qui, en juillet 1883, a fondé le premier de ces jardins autour de l'hôtel du Weisshorn, dans le Val d'Anniviers, à 2,300 mètres d'altitude. « Ces jardins, comme il l'a lui-même si bien dit, sont de vrais refuges, des conservatoires ou musées vivants placés dans les différents centres de dispersion de la flore alpine. »

Puis, en 1888, la Société des botanistes du Valais, « la *Murthienne* », décida la création de trois jardins alpins, l'un à Sion (321 mètres), l'autre à Zermatt (1,620 mètres), et le troisième au Grand-Saint-Bernard (2,472 mètres). Mais ces jardins ont été abandonnés depuis.

L'Association pour la Protection des plantes a, à son tour, établi en 1889, à Bourg-Saint-Pierre, au-dessus de Martigny (Valais), à 1,693 mètres d'altitude, un jardin qui a pleinement réussi. On lui a donné le nom de *Linnaea* qui est celui d'une gracieuse caprifoliacée originaire des régions arctiques et assez rare dans les Alpes suisses, la *Linnaea borealis*. Le directeur du jardin est M. Correvon, et le jardin est administré par une société dite *Comité international du jardin botanique alpin de la Linnaea*, dont le président est actuellement le Dr Chodat, professeur de Botanique à l'Université de Genève, et qui comprend trente membres.

Les plantes ne sont pas classées par familles, dans la *Linnaea*; on a préféré établir des plates-bandes régionales. Sur un plateau naturel on a concentré la flore des Pyrénées, sur un autre, à l'ouest du jardin, celle du Caucase; ailleurs on a disposé, en des rocailles plus ou moins étendues, les flores de l'Himalaya, de la Sibérie, des Andes et des Cordillères, des régions arctiques et antarctiques.

La flore de la chaîne alpine proprement dite et celles du Jura, des Vosges, des Sudètes sont largement représentées. Elles occupent la partie orientale et sud-orientale du cône montagneux sur lequel s'élève le jardin et presque tout le sommet. On a consacré à ces plantes huit

grandes rocailles dont une est spécialement réservée aux Saxifragées, une autre aux *Primula* et une autre aux *Atchemilla*. Sur le versant nord, on a établi une fongeraie. Le nombre total des espèces de plantes montagnardes cultivées à la *Linnaea* est de près de 2,500, y compris celles appartenant à la flore locale.

Parmi les plantes les plus curieuses, il faut citer celles provenant d'explorations de botanistes tels que MM. Levier, Sommier et Alboff, dans le Caucase, Silène et de Lagerheim dans les zones arctiques, Alboff dans les montagnes de la Terre-de-Feu et de Patagonie, Duthie dans l'Himalaya, Cockayne en Nouvelle-Zélande, Mangini, Chaffanjon et Gay en Sibérie et en Mongolie, etc.

L'utilité de la *Linnaea* comme station d'essai est réelle. Le jardin servira, en outre, comme tous les jardins botaniques, de collection utilisable par les anatomistes et les physiologistes. On songe actuellement à établir à Bourg-Saint-Pierre un laboratoire qui puisse servir de station botanique, pour l'étude de la biologie végétale dans les hautes altitudes. Les relations qui existent entre la flore des Alpes et le climat pourront être là étudiées avec fruit; c'est en s'adressant à la plante vivante, dans son milieu, et en examinant les particularités morphologiques, biologiques et anatomiques des espèces qu'on pourra acquérir des connaissances exactes sur les formations alpêtres.

Peu après la *Linnaea*, en 1891, a été fondée la *Daphnea*, par la section milanaise du Club alpin italien, au sommet du Monte-Baro, au sud de la branche orientale du lac de Côme. Ce jardin est situé à 800 mètres d'altitude, sur un sol rocailleux que recouvre le *Daphne Cneorum*, abondant dans le pays.

En France, la Société des Touristes du Dauphiné a fondé, en 1893, un jardin alpin sur la montagne de Chamrousse, à 13 kilomètres au sud-est de Grenoble; il est situé à 1,850 mètres, en territoire calcaire, et a une superficie de près de 3,000 mètres carrés. On a développé plus qu'à la *Linnaea* la partie dendrologique, et l'on a cherché à y acclimater les *Abies Douglasii*, *Canadensis*, *Pinsapo*, *Cephalonica*, *Nordmanniana* et *Orientalis*, le cèdre du Liban, le cyprès chauve, les thuyas d'Orient et d'Occident, etc.

Un jardin a été aussi établi au Ballon d'Alsace, en 1897, par le groupe de Belfort du Club alpin français.

Aux rochers de Naye, un jardin créé par la Société botanique de Montreux, sous le nom de « Favratia », en l'honneur du professeur Favrat, de Lausanne, a été remis en 1896 à l'Association pour la Protection des plantes; il a reçu une organisation nouvelle sous le nom de « *Rambertia* », qui lui a été donné en l'honneur du poète et naturaliste Eugène Rambert. Ce jardin court le long de la crête rocheuse et très déclinée de la montagne, et il descend jusqu'à un vallon de trois hectares, nommé le plan d'Arenaz, situé à 150 mètres plus bas. Cette différence d'altitudes y permet la culture d'espèces très variées. Le terrain étant calcaire, on a pu y introduire la flore calcicole qui ne réussit pas à la *Linnaea*. La *Rambertia* est donc aux Alpes calcaires ce qu'est la *Linnaea* à celles du granit.

La Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne a fondé aussi une station d'essai dans la montagne, la *Thomasia*. C'est un jardin botanique dédié à la mémoire du botaniste vaudois Thomas; on l'a établi dans un joli pavillon des Alpes de Bex, à Pont-de-Nant.

Enfin, nous citerons en terminant, en attendant que d'autres projets se réalisent, la Chanousia, jardin alpin créé en 1895, au Petit-Saint-Bernard, à dix minutes de l'hospice, et sur le côté italien, par le R. P. Chanoux, recteur. Il est situé à 2,160 mètres, sur le bord du chemin qui relie la vallée d'Aoste et l'Italie à la Tarentaise et à la France. Une dizaine de rocailles y ont été établies; l'une est consacrée à la flore des Alpes d'Aoste, l'autre à celle des sommets du Piémont, tandis que d'autres donnent asile aux plantes des Pyrénées, des Balkans, de l'Himalaya, de la Sibérie.

Gustave Regelsperger.

LA RÉVERSIBILITÉ DE LA ZYMOHYDROLYSE

A notre époque où la Chimie organique peut se permettre toutes les audaces, il n'est pas surprenant de la voir entreprendre jusqu'à l'étude de la vie et appliquer aux réactions intra-cellulaires les théories qui lui ont été suggérées par les expériences *in vitro*.

Nous ne pouvons d'ailleurs que nous en féliciter, car il y a là une série de questions passionnantes qui sont assurément de son domaine et qu'elle seule peut résoudre.

Nous pressentons bien, à cause de son extrême sensibilité, que le jeu des organismes vivants n'est que le résultat d'une suite de réactions incomplètes, limitées comme les phénomènes de dissociation, que ces réactions donnent lieu à des équilibres dont la rupture constitue chacun des actes de la vie ou la mort; mais par quels procédés la Nature maintient-elle ces équilibres entre les limites où ils peuvent se reproduire sans cesse et par quels réactifs arrive-t-elle à former dans la cellule ces innombrables principes organiques qui sont toujours aussi proches de la création que de la destruction?

Il y a à peine un demi-siècle que le problème a été posé sous une forme scientifique, et déjà les découvertes de la Chimie en ont éclairé quelques points.

Lorsque Pasteur poursuivait ses admirables recherches sur les micro-organismes, l'illustre savant considérait la vie cellulaire comme la résultante de forces spéciales, qu'il appelait *dissymétriques* parce qu'il les voyait produire des corps actifs sur la lumière polarisée, ainsi que des cristaux à facettes hémiedres non superposables. L'intervention de ces forces hypothétiques lui communiquait une puissance que ne devaient jamais acquérir nos méthodes; bref, tout y était encore mystérieux.

Depuis, on est arrivé à reconnaître, chez les corps actifs optiquement inverses, des caractères différentiels qui ont permis de les séparer de leurs combinaisons racémiques et de les reproduire artificiellement sans le secours d'aucun micro-organisme; on est parvenu à effectuer la synthèse d'un grand nombre de principes végétaux et même à comprendre, dans une certaine mesure, le mécanisme de leur formation naturelle.

On a découvert enfin quelques-uns de ces réactifs spéciaux que la cellule vivante met en jeu: ce sont les *diastases* ou *enzymes*, que l'on désignait autrefois sous le nom impropre de *ferments solubles* parce que leurs effets sont, comme dans le cas des

ferments véritables, hors de toute proportion avec la quantité de matière qu'ils transforment.

C'est surtout dans cette voie que nos connaissances se sont davantage étendues dans ces derniers temps.

Considérées d'abord comme de simples corps hydratants, comparables aux agents d'ionisation dont on se sert dans les laboratoires, les diastases ont dû rompre le cercle trop étroit dans lequel on les avait à tort enserrées, et admettre dans leurs rangs des composés capables des fonctions les plus diverses.

On sait, en effet, depuis les recherches si intéressantes de M. Bertrand¹, que les oxydations biochimiques et vraisemblablement la majeure partie des phénomènes respiratoires sont l'œuvre d'une diastase, ou plutôt d'un groupe de diastases que l'auteur a nommées *oxydases*.

Buchner a renversé toutes les théories pastoriennes de la fermentation en montrant que le dédoublement des sucres en alcool et acide carbonique est également dû à une zymase qui se trouve dans le protoplasma des cellules de levure et que l'on peut en extraire par broyage et pression.

À côté de ces diastases dont le rôle est nettement défini, s'en trouvent encore d'autres, malheureusement inséparables par nos méthodes actuelles d'analyse immédiate, et c'est à ces mélanges de produits de sécrétion solubles que les ferments proprement dits, voire même les micro-organismes infectieux, doivent leur activité.

Telle ou telle bactérie, telle ou telle levure agit d'une autre manière que les espèces voisines parce qu'elle ne renferme pas les mêmes diastases: le *Saccharomyces octosporus* (Beyerinck), par exemple, attaque le maltose sans toucher au saccharose parce qu'il renferme de la *maltase* et ne contient pas d'*invertine*; le *S. marxianus* produit l'effet contraire parce qu'il ne sécrète que de l'*invertine*; le *S. apiculatus* n'agit que sur les sucres réducteurs non hydrolysables parce qu'il ne renferme ni l'une ni l'autre de ces deux diastases, etc.

A toutes ces notions capitales vient de s'en ajouter une autre, qui marque une nouvelle étape dans la même voie et présente cet intérêt tout particulier qu'elle rapproche encore davantage les diastases de nos réactifs: c'est celle de la réversibilité des actions zymotiques, que l'on doit à M. Arthur Croft Hill (*Transactions of the Chemical Society*, 1898, p. 634).

¹. Voyez à ce sujet le remarquable article de cet auteur dans la *Revue* du 15 décembre 1898.

La question était agitée depuis longtemps déjà et nombre de physiologistes pensaient, enseignaient même, en s'entourant de multiples réserves, que les produits de condensation tels que les polyoses, les glucosides et, d'une manière générale, les principes immédiats hydrolysables, trouvent leur origine dans les mêmes causes qui les font se dédoubler en leurs composants.

Cette opinion s'appuyait sur l'analogie bien connue des diastases inversives avec les acides minéraux. Ces derniers provoquent, comme l'*invertine*, la *maltase*, la *tréhalase* ou l'*amylase*, l'hydratation du saccharose, du maltose, du tréhalose ou de l'amidon lorsqu'ils sont étendus, et déterminent la condensation du glucose en isomaltose et dextrine lorsqu'ils sont concentrés; donc, disait-on, les diastases doivent probablement produire le même effet et reconstituer, dans certaines conditions, les glucosides qu'elles détruisent en présence de l'eau en excès.

Certains faits d'expérience pouvaient d'ailleurs être invoqués à l'appui de cette manière de voir: Payen a reconnu, dès 1861, que l'action saccharifiante de l'amylase sur l'empois d'amidon est entravée par l'accumulation, dans les liqueurs, des produits solubles et qu'on ne peut la rendre totale qu'en éliminant ceux-ci par la fermentation.

M. Lindet a vérifié cette observation de Payen en s'aidant de la phénylhydrazine qui précipite le maltose.

L'existence d'une pareille limite a été signalée, puis démentie, dans l'action de l'*invertine* sur le saccharose; l'auteur de cet article a vu autrefois le glucose en excès retarder l'hydrolyse de l'amygdaline par la synaptase, etc.

De là à la théorie actuelle de la synthèse des polyoses, il n'y avait qu'un pas, mais encore fallait-il le franchir: il ne l'a été que par M. Hill, dont le travail peut être cité comme un modèle du genre.

Cet auteur étudie seulement l'action de la maltase sur le maltose et sur le glucose, qui constitue son unique produit d'hydrolyse; il prépare l'enzyme qui lui est nécessaire avec la levure de fermentation basse, qu'il dessèche d'abord à froid, en présence d'acide sulfurique, puis dans une étuve, à une température que l'on élève graduellement jusqu'à 100°.

La poudre que l'on obtient ainsi abandonne facilement sa maltase à l'eau, surtout si l'on a soin d'ajouter à celle-ci un millième de soude pour saturer les acides que contient naturellement la levure.

Un semblable extrait, additionné de toluène comme antiseptique et filtré à travers une bougie en biscuit de porcelaine, dédouble à peu près complètement 0 gr. 4 de maltose par centimètre

cube, dans l'espace d'une quinzaine d'heures, à la température de 30°; il faut éviter dans sa préparation la présence de l'alcool, qui détruit son principe actif, et dans son emploi celle du chloroforme, qui atténue sensiblement ses effets.

M. Hill fait agir la diastase ainsi préparée sur des solutions de maltose, pur ou mélangé de glucose, et détermine après un certain temps de contact la proportion des deux sucres restant en présence, au moyen du polarimètre ou de la solution cupropotassique ammoniacale, suivant la méthode de Pavy.

Il constate d'abord, en comparant l'une à l'autre deux expériences parallèles, instituées de manière à ce que la concentration du liquide reste la même dans les deux cas, que la présence du glucose ralentit considérablement l'hydrolyse du maltose. On trouvera la preuve de ce fait dans les chiffres suivants, que nous empruntons à l'une des expériences rapportées par l'auteur:

	FLACON A	FLACON B
Maltose hydraté	4879	887
Glucose	4,88	0,0
Solution de maltase	5cc	10cc
Eau pour faire	50	100
Antiseptique	Toluène.	Toluène.

SUCRE HYDROLYSÉ POUR 100 de maltose initial.						
	9 nov.	10 nov.	12 nov.	15 nov.	19 nov.	26 nov.
Flacon A. 0	0	5	43	5	35,5	50
Flacon B. 0,5	0,5	35,75	52,5	66,75	76,5	86

Après s'être ainsi assuré que l'hydrolyse du maltose tend vers une limite qui est en relation avec la quantité de glucose qui se trouve dans la liqueur, il reconnaît que, sous l'influence de la maltase, le pouvoir rotatoire des solutions de glucose pur s'accroît peu à peu, en même temps que leur pouvoir réducteur diminue: la transformation est encore limitée et sous la dépendance immédiate de la concentration des liquides; manifeste pour les solutions un peu fortes, elle devient à peu près insensible dans les solutions diluées.

L'équilibre n'est d'ailleurs atteint qu'après environ trois mois; il reste le même quand on modifie les proportions de diastase ou qu'on remplace à l'origine une partie du glucose par du maltose tout formé.

De semblables changements ne peuvent être dus qu'à un phénomène de *réversion*, c'est-à-dire à une transformation du glucose en maltose, et, en fait, M. Hill a réussi, en traitant ses liqueurs par l'acétate de phénylhydrazine, à en séparer une osazone qui possède l'apparence et la composition élémentaire de la phénylmaltosazone, bien que son point de fusion soit un peu bas.

On aura une idée de l'importance et de la vitesse de ces réactions en jetant les yeux sur le tableau suivant, dans lequel nous avons réuni quelques-unes des données relatives aux expériences VIII et IX de M. Hill, qui ont été respectivement commencées le 25 février et le 14 mars :

	EXP. VIII	EXP. IX
Maltose	060	0698
Glucose	19,63	2,93
Solution de maltose	15 ^{re}	2 ^{re}
Eau pour faire	50	10
Antiseptique	Toluène.	Toluène.

MALTOSE PRODUIT POUR 100 de sucre total.							
25 fév.	10 mars	11 mars	6 av.	12 av.	4 mai	6 mai	
Exp. VIII.	0	7,3	"	13,3	"	15	"
Exp. IX.	"	"	25	"	18	"	16

En ce qui concerne l'influence de la dilution, le pourcentage du maltose qui se dédouble au contact de la maltase est mesuré par les chiffres suivants :

RICHESSE EN SUCRE pour 100 parties de solution	MALTOSE HYDROLYSÉ pour 100 de maltose initial
40	84
20	90,3
10	94,3
4	98
2	99

Dans les conditions les plus favorables, la maltase arrive donc à transformer un sixième du glucose en un poids égal de maltose, qu'elle ramène à son état primitif si l'on vient ensuite à étendre suffisamment la dissolution.

D'ailleurs, nous ne saurions mieux faire, en terminant, que de laisser la parole à l'auteur lui-même et de reproduire textuellement ses rapides conclusions :

« 1^o L'hydrolyse diastasique du maltose est retardée par la présence du glucose. Elle reste toujours incomplète, et l'effet est d'autant plus marqué que la concentration est plus forte.

« 2^o L'action de la maltase sur les solutions concentrées de glucose a pour résultat d'augmenter leur pouvoir rotatoire et d'affaiblir leur pouvoir réducteur; la valeur comparée de ces changements est d'accord avec l'hypothèse d'une transformation partielle du glucose en maltose.

« 3^o On arrive au même équilibre avec des solutions de maltose ou de glucose de même concentration.

« 4^o Dans l'essai à la phénylhydrazine, le maltose de synthèse a fourni une osazone qui présentait la composition et les propriétés caractéristiques de la phénylmaltosazone ordinaire.

« Une pareille réversibilité dans l'action de la maltase suggère l'idée que les autres enzymes doivent également produire des effets réversibles. Il est douteux que dans la plupart des cas on puisse en donner la démonstration, car il est déjà nécessaire avec le maltose d'employer des solutions fortement concentrées et il est probable que, pour des substances à haut poids moléculaire, dont les produits d'hydrolyse sont de nature hétérogène, la concentration intéressante dépasserait celle qui peut être atteinte pratiquement.

« Du reste il n'est aucunement besoin, pour que la réversion s'effectue dans les cellules vivantes, que la concentration soit très forte; il suffit que le produit de synthèse soit enlevé, peut-être par l'effet d'une autre diastase, et que le même processus se poursuive jusqu'à formation d'une substance insoluble. Par exemple : dans l'organisme animal on rencontre à la fois du glucose et une diastase qui est capable d'hydrolyser le maltose; cependant on n'y trouve pas ce dernier sucre. L'hydrolyse du maltose a lieu extra-cellulairement, dans le canal alimentaire, et la réversion s'effectuant sans doute à l'intérieur des cellules, la concentration du maltose y reste pratiquement nulle parce que ce corps est enlevé au fur et à mesure de sa production. Cette idée est susceptible de maintes applications à la Physiologie et à la Pathologie, que nous réservons pour de futures recherches. »

Telles sont, en quelques mots, les conclusions de ce Mémoire, que nous avons voulu faire connaître aux lecteurs de la *Revue* parce que, malgré sa brièveté, il marque une époque dans l'histoire de la Chimie biologique. Les travaux de M. Bertrand et de M. Buchner nous avaient montré sous un jour nouveau les phénomènes de la respiration et de la fermentation, celui de M. Hill nous fait voir le mécanisme de la synthèse d'une foule de principes immédiats condensés.

Les uns et les autres nous enseignent que ce sont les diastases qui règlent les équilibres caractéristiques de la vie, et l'origine causale du chimisme cellulaire se trouve du même coup reculée vers une limite dont nous connaissons maintenant la véritable nature.

Il y a là une évolution dont l'importance n'échappera à personne, et aujourd'hui que les diastases ne sont plus que de simples réactifs, leur étude retombe dans le domaine de la Chimie pure, qui ne saurait tarder à les soumettre à ses méthodes d'investigation ni à découvrir le secret de leur activité qui est l'un des secrets de la vie.

L. Maquenne,

Professeur au Muséum d'histoire naturelle

LES RÉSULTATS DU VOYAGE D'ÉTUDE DE LA REVUE
EN GRÈCE, AU MONT ATHOS ET A CONSTANTINOPLE
(CROISIÈRES DU SÉNÉGAL ET DE L'ORÉNOQUE EN AVRIL 1898)¹

DEUXIÈME PARTIE : TURQUIE

La seconde partie de notre croisière « en Grèce, au Mont-Athos et à Constantinople » s'est effectuée sur le territoire ottoman. Elle y a eu pour première escale le Mont Athos.

I. — LE MONT ATHOS.

« Dans la lutte de races et d'influences qui trouble profondément aujourd'hui le calme séculaire des couvents de l'Athos », écrit M. Charles

on devine là une force avec laquelle il faut compter. A mesure qu'on approche, l'impression se précise : ce n'est plus ici le vieux couvent féodal, aux murailles pittoresques et croulantes, paré de donjons crénelés et d'inutiles remparts; ces énormes bâtisses neuves, aux façades toutes modernes, ont moins l'aspect d'un cloître que d'une vaste caserne. Et c'est une armée, en effet, qui l'habite, une armée de huit ou neuf cents moines, armée disciplinée et

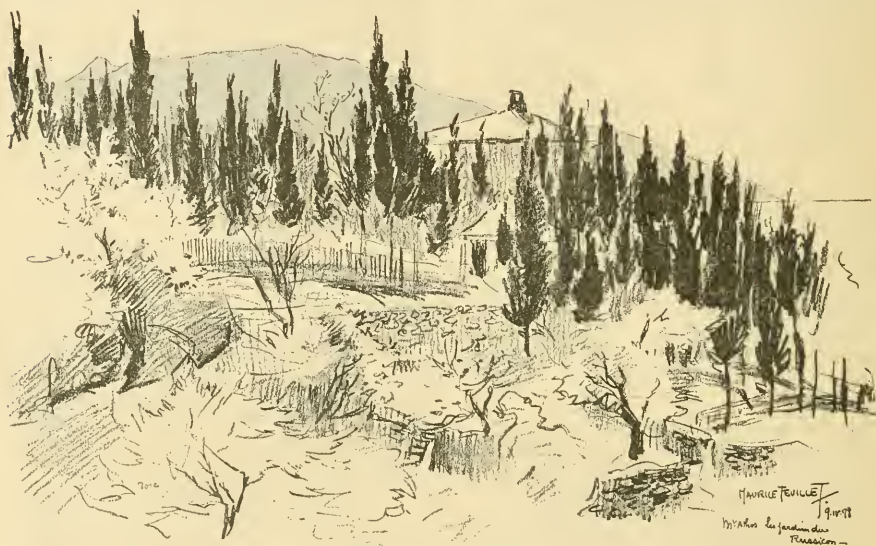


Fig. 1. — Les Jardins du Couvent du Rossikon

Dichl², « le monastère russe de Saint-Pantéléimon — Rossikon, comme on dit plus brièvement (fig. 1, 2, 3, 10) — tient une place considérable et significative. Et rien qu'à le voir de loin, étagé au flanc de la colline l'énorme masse de ses bâtiments blancs, que domine une forêt de coupoles rouges et vertes,

docile, qu'on sent soumise à une autorité toute-puissante.

« En face du moderne Rossikon, Lavra (fig. 3) fait un saisissant contraste. C'est le plus ancien des couvents de la sainte montagne; c'en a été longtemps un des plus illustres et des plus peuplés; et, bien qu'il soit aujourd'hui un peu déchu de son antique splendeur, bien qu'au lieu de sept ou huit cents moines qui l'habitaient naguère, il ne compte plus que cent cinquante caloyers à peine, il doit au prestige de ses origines lointaines, au grand nom

¹ Voyez la première partie de cet article dans la *Revue* du 15 décembre, t. II, p. 881 à 907.

² Ch. DICHÉ : La Grèce, le Mont Athos, Constantinople (Croisière de la *Revue générale des Sciences* à bord de l'*Orénoque*), Nancy, 1898.

de saint Athanase, son fondateur, un attrait particulier, et surtout il garde le charme pénétrant et exquis des choses anciennes un peu étranges et surannées. Pour nous recevoir, les vieux moines grecs, à la longue barbe blanche, au calme et souriant visage, n'ont point déployé les pompes qui nous ont accueillis à Rossikon; mais dans l'église ancienne, devant l'icônostase, ils ont disposés les plus précieuses orfèvreries de leur riche tré-

Fig. 2. — Entrée du Couvent de Rossikon (Saint-Pantéléimon).



sor, les splendides reliquaires d'émaux et de pierreries que les pieux empereurs du ^{x^e} siècle, les Nicéphore Phocas, les Jean Tzimiscès, donèrent jadis au monastère; dans la bibliothèque, ils ont exposé les manuscrits antiques aux curieuses miniatures... Et l'art ancien de la Sainte-Montagne, l'art byzantin du temps des Paléologues apparaît tout entier dans cette longue série de fresques aux tons pâlis, qui couvrent les parois et les

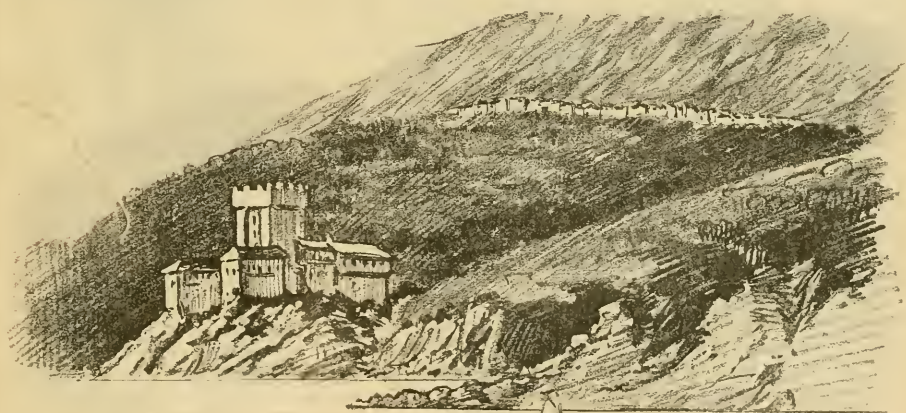


Fig. 3. — Couvent de Lavra.

voûtes des églises, vieilles peintures où l'on sent encore, sous la symétrie de la disposition, sous l'immobilité un peu hiératique des formes, les traditions d'une grande école de décoration, vieilles peintures naïves et savantes tout ensemble, qui résument de longs siècles d'histoire. »

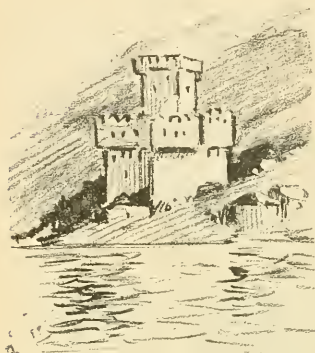


Fig. 4. — Ermitage fortifié du Mont Athos.

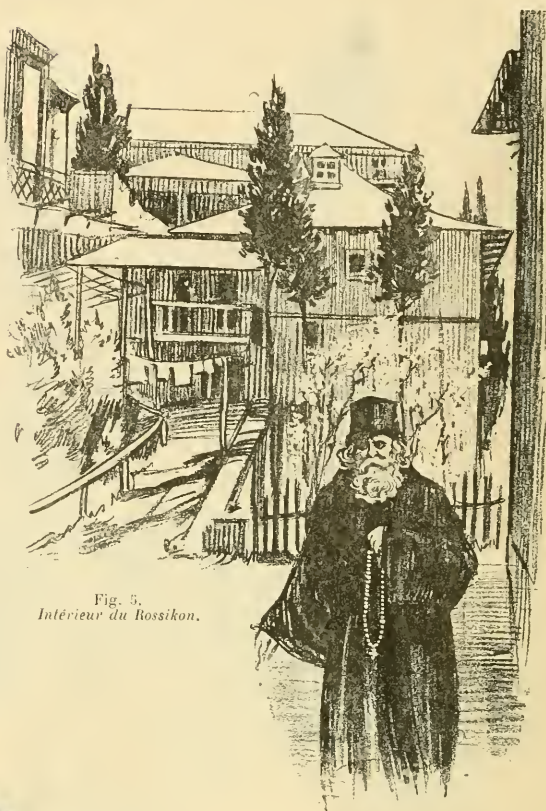


Fig. 5.
Intérieur du Rossikon.

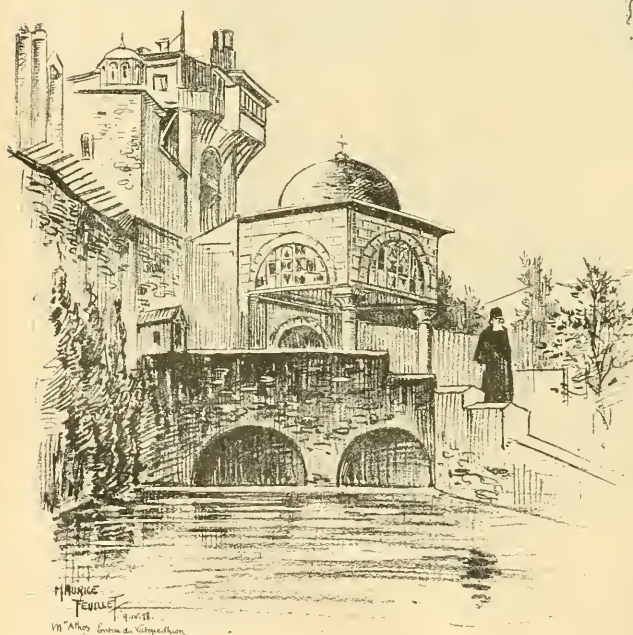


Fig. 6. — Entrée du couvent de Votopédi.



Fig. 7. — Type de moine.



Fig. 8. — Intérieur du couvent de Vatopédi.

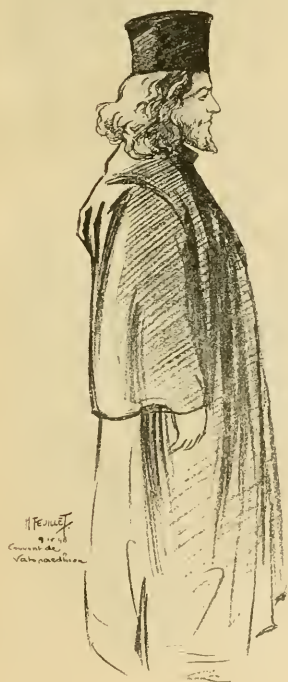


Fig. 9. — Moine du couvent de Vatopédi.



Fig. 10. — Intérieur du couvent de Rossikon.

Comme Lavra, Vatopédi (fig. 6, 8, 13, 16) est un des couvents les plus vieux, les plus riches en merveilles, les plus étonnamment pittoresques de l'Athos. On raconte qu'Arcadius et Honorius, les fils de Théodose, venaient de Naples à Constantinople avec leur mère, lorsqu'ils furent assaillis par une tempête. Jeté à la côte, Arcadius fut retrouvé par des ermites sous un framboisier. Plus tard, il fit bâtir, à l'endroit où l'avait poussé la mer, un monastère qu'il appela, en souvenir

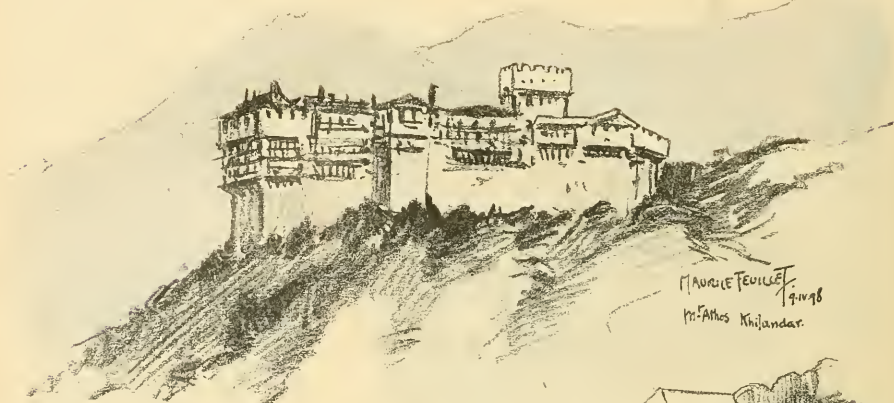


Fig. 11. — Couvent du Khilandarion,
fondé par les Serbes du XIII^e au
XIV^e siècle.



Fig. 12. — Pavillon d'embarquement d'un couvent de l'Athos.

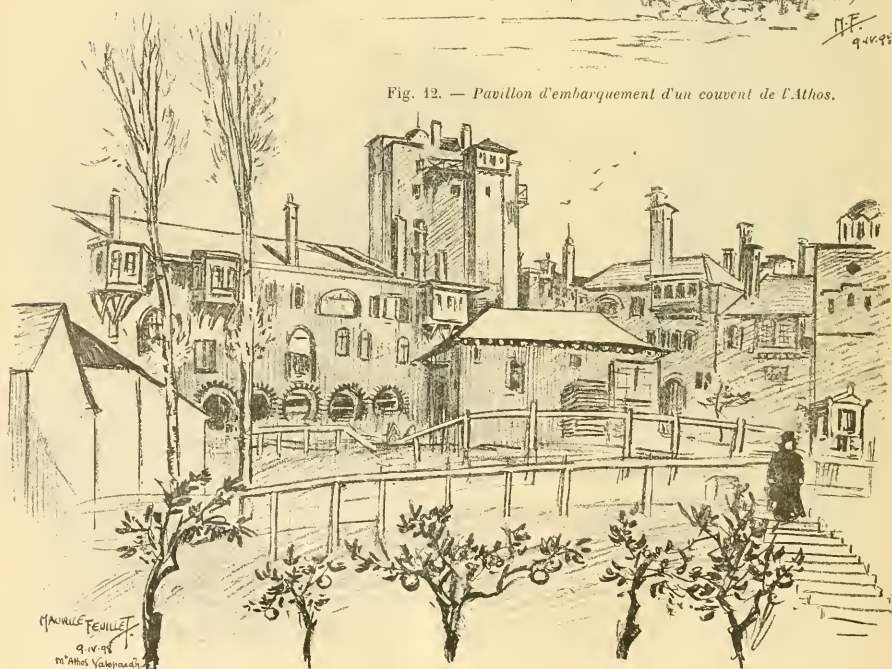


Fig. 13. — Couvent de Valopédi, construit au X^e siècle.

Fig. 14. — Couvent serbe
de Simonopetra.

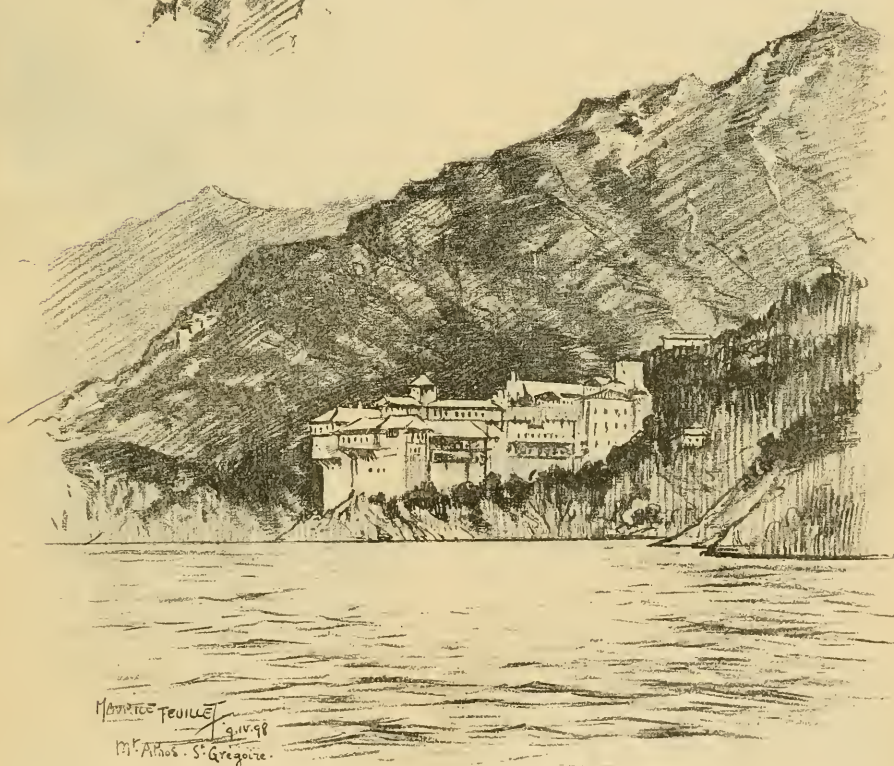


Fig. 15. — Couvent de Saint-Grégoire fondé au ^{xiv}^e siècle.

de cet événement, Vatopédi (βάτος = framboisier, παῖδιον = enfant). A toutes les époques de l'histoire, l'imagination à la fois érudite et crédule des Grecs s'est amusée à étayer des légendes sur des étymologies. Outre ses fresques et ses mosaïques, Vatopédi possède des manuscrits admirables : l'un d'eux contient la *Géographie* de Ptolémée, avec des cartes, quelques chapitres de Strabon et les *Périples* d'Arrien.

Si rapide qu'elle ait été, notre excursion de l'Athos ne nous en a pas moins saisis. Il y a certaines choses qu'il est bon de ne pas voir trop en détail et

art byzantin sans une consciencieuse visite à Lavra ou à Vatopédi, autant il eût été fastidieux de multiplier les des-

cendentes à terre. Il y a, dans la Sainte-Montagne, vingt couvents officiels. La plupart sont grecs; plusieurs appartiennent aux Slaves. Simonopetra est la création d'un despote de Serbie; Khilandarion est également serbe. Zographos est bulgare. Les uns

ont près de dix siècles d'existence; les autres sont plus ou moins modernes. Lavra date de 961. Après



Fig. 16. — Couvent de Vatopédi.



Fig. 17. — Un moine du Mont Athos.

de trop près, parce qu'alors les impressions se contredisent ou s'émoussent. Autant il importait de parcourir l'immense agglomération de Rossikon, pour se faire une idée de la puissance des moyens d'action et de propagande dont dispose le tsar, autant il était impossible de comprendre le vieil



Fig. 18. — Couvent de Saint-Denis.

Lavra, Xéropotamos, Iviron, Vatopédi, Esphigéon se développèrent. Puis, au *x^e* siècle, s'établi-

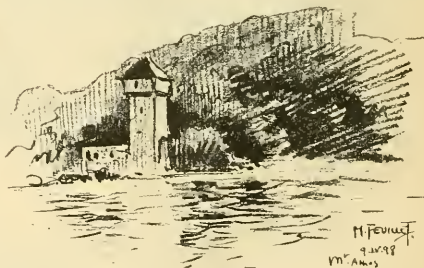


Fig. 19. — Ermitage sur la côte de l'Athos.

rent Dokheiarion, Philothéos, Xénophon, Saint-Pantéléimon; puis, du *xiii^e* au *xiv^e* siècle, s'élè-

Saint-Grégoire, Saint-Paul. Outre les monastères qui ont un passé historique et dont les silhouettes originales se reconnaissaient aisément de la dunette du paquebot, tels que Saint-Denis (fig. 18) et Saint-Grégoire, Khilandarion, Dokheiarion (fig. 20), Simonopetra, nous voyions défilier sous nos yeux une multitude d'ermitages anonymes, *skytes*, *kellia*, dont l'appareil militaire nous reportait aux heures les plus troublées du Moyen-Âge (fig. 4 et 49). Ces

tours, ces créneaux, ces machicoulis qui se hérissent au-dessus de la mer, sur la pointe de roches escarpées, à l'entrée des gorges et des passes de la montagne, ces poternes, ces ponts-levis, ces meurtrières nous évoquaient les longues luttes soutenues contre les Croisés ou les pirates.

Malgré bien des vicissitudes et des misères, l'étrange république monastique de l'Athos a maintenu jusqu'à nos jours

son autonomie. Ses premiers privilèges remontent très haut. Au XI^e siècle, des chrysobulles d'Alexis Comnène stipulèrent que les couvents athoniques ne relèveraient ni d'un évêque, ni du patriarcat de

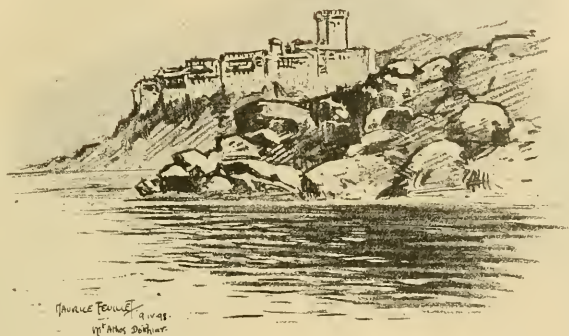


Fig. 20. — Couvent de Dokheiarion.



Fig. 21. — Cavas de l'Athos.



Fig. 22. — Couvent de Grigoriat.

Constantinople, mais seulement de l'autorité impériale. L'Athos est appelé déjà, dans les documents de cette époque, la Sainte-Montagne. A l'heure actuelle, cette curieuse oligarchie théocratique est gouvernée par une assemblée de vingt membres,

un par couvent. Quatre épistates, choisis parmi les délégués des vingt monastères officiels, exercent le pouvoir exécutif. Ils détiennent chacun une partie du sceau de la communauté. Leur chef s'appelle le Premier de l'Athos. Ils ont à leur disposition une petite troupe de gendarmerie chrétienne. Nos touristes ont pu admirer, à bord, un de ces casques de police, magnifiquement équipé, brodé, soutaché (fig. 21), et ce superbe échantillon de la force armée du synode leur a fait concevoir l'opinion la plus flatteuse de l'aspect décoratif du corps tout entier.



Fig. 23. — Soldat turc à Koum-Kaleh.

C'est à Karyès que se réunit l'assemblée de la Sainte-Montagne. C'est également là que réside le sous-préfet turc chargé de la surveillance du district. L'entrée de l'Athos étant interdite à tout

dans le paradis de Mahomet. Cette vie de réclusion sévère rend ceux qui la mènent particulièrement hospitaliers. On ne peut être reçu mieux que nous ne l'avons été, soit par les moines eux-mêmes,



Fig. 24. — Paysan turc de Koum-Kaleh.

soit par le kaïmakam et son entourage. Il est seulement fâcheux que dans les monastères la science ne soit pas à la hauteur de l'hospitalité. Des trésors artistiques ou historiques dorment là, dont les

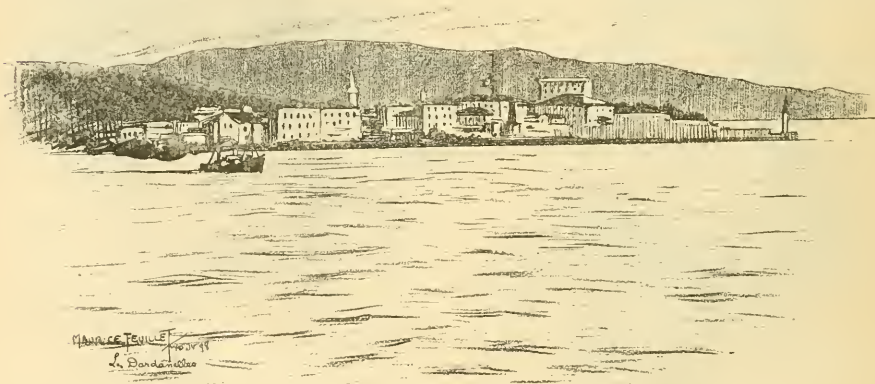


Fig. 25. — Le passage des Dardanelles.

être du sexe féminin, le poste de gouverneur de Karyès est une véritable pénitence pour les fonctionnaires musulmans qui en sont investis. Ils ont, il est vrai, la perspective de se rattraper plus tard

érudits occidentaux viennent de temps à autre secouer la poussière; mais les principaux intéressés ne s'en occupent pas. Cela tient, non seulement à leur ignorance, mais encore et surtout à

l'essence même de leur religiosité. Il faudrait que l'âme orientale se modifiât singulièrement pour que les disciples de saint Basile s'inspirassent du studieux exemple des Bolandistes ou des Bénédictins.



Fig. 26. — Muletier turc de Koum-Kaleh.

II. — TROIE.

Il y a certains noms qui sont lourds de poésie et de souvenirs. Troie est de ceux-là. Même s'il ne subsistait sur le sol ni un mur, ni une pierre, Troie parlerait à l'imagination, comme Jérusalem, avec une incomparable puissance. Quand la duplicité turque nous eut retenus quelques heures dans les Dardanelles (fig. 25) et qu'on put craindre un moment que le débarquement ne fût impossible, plusieurs de nos touristes témoignèrent d'une anxiété de dévots qu'on incarcérerait à la veille d'un pèlerinage. Troie est la terre sainte de l'épopée, comme Jérusalem est celle de la foi.

Depuis les fouilles de Schliemann, la position de Troie peut être considérée comme établie. C'est la colline d'Hissarlik, à une heure de la côte, qui marque l'emplacement de la petite place forte immortalisée par les aèdes. Le mamelon, éventré jusqu'au roc, a livré des vestiges de vingt-cinq à trente siècles de civilisation. Les architectes qui ont étudié ces couches y distinguent jusqu'à sept villes

superposées. La première couche à partir du roc était une bourgade sauvage; la deuxième couche, à laquelle on donna le nom de « Ville brûlée », n'est pas, comme le croyait Schliemann, la Troie homérique. C'est seulement dans la sixième couche que l'on retrouve les palais et les fortifications du type des acropoles de Tirynthe et de Mycènes. L'étude des neuf couches d'Hissarlik a fourni des points de repère extrêmement précieux pour la chronologie préhistorique. De même que la paléontologie s'attache, pour déterminer l'âge des terrains, à des coquilles caractéristiques, de même l'archéologie, pour déterminer la succession et les rapports des diverses civilisations méditerranéennes, s'appuie sur la présence ou l'absence, dans les couches troyennes, de certaines poteries ou de certains métaux. Troie a donc fourni la base de toute une échelle de synchronismes.

Quelques-uns d'entre nous ont failli manquer



Fig. 27. — Muletier ayant conduit les touristes de la Revue aux ruines de Troie.

l'excursion de Troie. Cela eût été vraiment dommage. Assurément, nous avons vu ailleurs des paysages plus grandioses et plus caractéristiques,

des monuments qui parlaient davantage à l'imagination. Mais, nulle part, nous n'avons été initiés,



Fig. 28. — Muletier et son cheval.

comme entre la grève de Koum-Kaleh et la colline d'Hissarlik, à certains côtés de la vie orientale (fig. 23, 24, 26, 27, 28, 29, 20). Ces moyens de transport rudimentaires, ces longues files d'ânes, de mulets, de petits chevaux courts et trapus se succédant, en tronçons paresseux, à travers la pâle monotonie



Fig. 29. — Conducteur d'arabas.

de la plaine, ces arabas aux bâches arrondies et aux essieux grinçants, ces chameaux que nous croisions et qui rapportaient des charges

de bois accrochées à leur bosse, ces zaptiés galopant sur les flancs de notre interminable caravane, tout cela, en ce temps de chemins de fer et de communications rapides, nous donnait la sensation d'un passé extrêmement ancien et, de fait, ce n'était pas d'autre sorte qu'on se déplaçait en Asie Mineure du temps de Cambyse ou de Darius. Cette promenade amusante, sur des bêtes de somme sans généalogie ou sur des chariots dont ne s'est point inspiré l'Auto-mobile-Club, aura donc aidé, elle aussi, à notre compréhension des mondes d'autrefois.



Fig. 30. — Barbier nègre à Troie.

III. — BROUSSE.

A Troie, nous remontions jusqu'aux abords du ^{xx}e siècle avant notre ère; à Brousse, nous redescendons jusqu'à la grande période d'expansion de l'Islam. Ce n'est plus l'Asie des aèdes, l'Asie d'Hé-

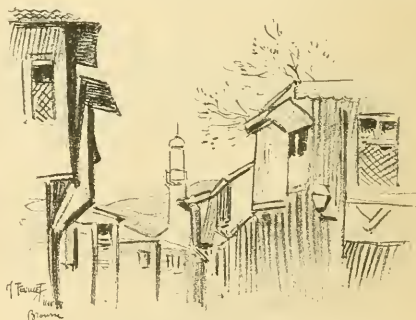


Fig. 31. — Maisons à Brousse.

catée ou d'Hérodote qui s'offre à nous; c'est l'Asie des Khalifes. Nulle part, le génie persan, s'inspirant du génie byzantin, n'a produit de monuments plus exquis, dans un cadre plus frais, qu'au pied de ces grandes cimes neigeuses de l'Olympe bithynien. Nulle part, on ne peut voir une adaptation

plus originale de l'architecture orientale à la nature orientale. La mosquée verte, les tombeaux des

feuillages, le perpétuel chant des eaux dans le perpétuel ruissellement des fontaines, tout, à Brousse, est comme une évocation, comme une illustration des *Mille et une Nuits*.

Brousse (fig. 31, 33 et 36) est tout ensemble la ville des ruines et des fleurs, du printemps et de la mort. Les contrastes les plus imprévus s'y marient. On conte



Fig. 32. — Mosquée Mouradié à Brousse.

sultans dans l'enceinte voisine de la Mouradié (fig. 32), l'adorable mystère des coupoles transparentes derrière le voile frémissant et lustré des

des Thraces en Asie Mineure, sur le rayonnement de la colonisation grecque, sur les États issus du démembrement de l'empire d'Alexandre. A la sur-



Fig. 33. — Araba et son conducteur.

qu'elle fut fondée par Prusias sur les conseils d'Annibal. Orkhan en fit sa capitale. Combien de fois n'a-t-elle pas été prise et brûlée, détruite par les invasions ou les tremblements de terre ? Son sol, si on le fouillait jusqu'aux couches profondes, nous en dirait long sur les migrations primitives



Fig. 34. — Port et ville de Moudania.

face de cet épais terrassement d'hellénisme, l'Islam a posé sa tente. Nombre de sultans, de grands vizirs, de poètes tures ont voulu dormir près du tombeau d'Osman. Et, cependant, ce grand cimetière n'est guère un champ de repos. A tout moment, la terre, où fume la buée des eaux sulfureuses, est ébranlée par des secousses tragiques. Puis les Infidèles, marchands ou missionnaires, affluent, chaque jour plus nombreux, au pied de l'Olympe, et leurs œuvres grandissent. Là, sont des ateliers où l'on travaille la soie; ici, des écoles où les sœurs françaises et les Augustins de l'Assomption défendent et propagent, avec notre langue, notre influence. Brousse, ce paradis enchanté du fragile et de l'éphémère, est aussi le vivant séjour de l'effort et du renouvellement.

d'organisation toute récente, n'en est pas moins digne d'exciter l'envie des plus illustres. Ce musée est l'œuvre de son directeur actuel, Hamdy-Bey; c'est Hamdy-Bey qui, par un coup de prodigieuse fortune, l'a doté de son plus magnifique joyau : la

série des sarcophages de Saïda. Nul ne connaît la période qui va de Phidias à Praxitèle s'il n'a longuement contemplé le sarcophage du Satripe et le sarcophage Lycien; nul ne connaît le style des contemporains de Scopas et de Lysippe, s'il n'a passé des heures devant le sarcophage des Pleureuses ou ce

qu'on est convenu d'appeler le sarcophage d'Alexandre. Une ample visite aux collections que le Tchinnili-Kiosk est depuis longtemps impuissant à contenir formait l'un des principaux attraits d'une croisière comme la nôtre, et après Mycènes,



Fig. 35. — Arrivée à Brousse.



Fig. 36. — Vue générale de Brousse.

IV. — CONSTANTINOPLE.

Notre méthode et notre but étant de ne signaler que des faits nouveaux, nous insisterons à Constantinople sur celui-ci : l'Empire Ottoman, après une longue éclipse, semble reprendre le goût des arts. Stamboul a maintenant son musée, qui, pour être

après Delphes, après Olympie, après Délos, après Athènes, il fallait venir sur cette pointe du vieux sérail pour embrasser, dans sa plénitude, l'incépisable fécondité de l'art grec.

Quant à l'art byzantin et à l'art arabe, on sait avec quelle profusion ils sont représentés à Constantinople. La capitale des sultans a donc résumé

et parachevé, en une magistrale synthèse, notre initiation esthétique.

V. — LE COMMERCE DE LA TURQUIE.

Les figures 37 à 39 reproduisent en réduction trois tableaux relatifs au commerce extérieur de la Turquie. M. J. Godefroy avait bien voulu dresser ces graphiques à l'intention des touristes de la *Revue*.

Les statistiques qu'ils résument sont, pour ainsi dire, parlantes, et il semble inutile d'y joindre de longs commentaires. Pour cette raison, nous ne les accompagnerons que de très courtes notes¹ que voici :

§ 1. — Marche des Importations et des Exportations de la Turquie.

Les figures 37 et 38 montrent que, de l'année 1889 à 1892, les importations de la Turquie ont

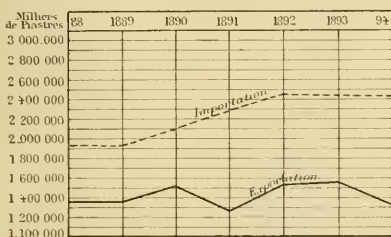


Fig. 37. — Commerce général de la Turquie de 1888 à 1894.

suivi une marche presque continuellement ascendante. Le fait doit être, en partie, attribué à la construction de voies ferrées et à l'établissement de lignes de navigation reliant Constantinople et Salonique aux principaux marchés européens. Si cette progression s'est parfois trouvée interrompue par des événements politiques, elle n'a pas tardé à reprendre son cours.

Les exportations de l'Empire Ottoman ont aussi augmenté ; mais la progression a été moins régulière que celle des importations. Cela tient à la nature surtout agricole des produits que les Turcs expédient au dehors. Le degré d'abondance de la récolte en règle naturellement le débit².

La Turquie étant un pays essentiellement agricole, ce sont principalement des grains, des fruits, de l'opium, du coton, de la soie, des laines, des peaux et des bois qu'elle vend aux autres nations, et

dont nous avons remarqué d'énormes charges sur des navires de toutes nationalités ancrés à quai à la Corne d'Or. Or, la culture et l'élevage du bétail n'ont fait chez le Turc aucun progrès. Le Gouvernement Ottoman a, en ces dernières années, tenté de grands efforts pour améliorer les méthodes de culture : il a créé des écoles d'agriculture, des fermes-modèles, mais s'est heurté à un esprit de routine jusqu'à présent invincible. Le laboureur continue de se servir de la charrue du temps d'Homère ; il bat le blé de la façon primitive en usage encore dans quelques-uns de nos départements. Ses exportations demeurent stationnaires comme son esprit.

Faible, pour une autre raison, est la part de l'industrie nationale dans les exportations du pays. Si l'on excepte la fabrication de tapis recherchés dans le monde entier, la production industrielle n'offre, en territoire turc, qu'une très lente progression. C'est le résultat forcé de l'abus des *privileges* concédés par le Sultan à un certain nombre de grands seigneurs. La plupart des articles fabriqués en Turquie sont le monopole de quelques favoris : tels le papier, le verre, la glace, la poterie, les produits de fonte. On ne saurait s'étonner qu'un pareil système paralyse l'essor de l'initiative privée.

§ 2. — Faiblesse des importations françaises en Turquie (Tableaux I et II).

Toute marchandise arrivant de l'étranger en Turquie acquitte à l'entrée un droit de douane de 8 % *ad valorem*, quelles que soient l'origine ou la nature de l'article³.

Bien que cette législation ne favorise pas nos concurrents à notre détriment, la part proportionnelle de notre importation en pays ottoman est très faible. Or, cette infériorité résulte de causes contre plusieurs desquelles il ne dépend que de nous de réagir.

1. *Prix et qualités des articles.* — L'une de ces causes consiste dans le prix élevé de nos produits, prix qui correspond à une qualité supérieure, mais que l'acheteur turc ne consent pas à payer. Nos concurrents anglais, qui sont les principaux fournisseurs de la Turquie, ont compris depuis longtemps les exigences de la situation : ils se sont ingéniés à fabriquer des cotonnades de tissu très commun, mais d'appât très soigné, qui « jouent » la soie, comme on dit en terme de métier, et qu'ils livrent à bas prix. Sans doute, ces étoffes ne con-

¹ Notes dont M. Godefroy avait bien voulu réunir les éléments, publiés dans la brochure intitulée *Le Commerce de la Turquie et les Intérêts français* que la *Revue* avait préparée pour ses touristes et leur a distribuée.

² Faible en 1890, la récolte a été exceptionnellement abondante en 1891.

³ Pour sauvegarder les intérêts des commerçants, la loi turque autorise le réceptionnaire, lorsqu'il trouve l'estimation trop élevée, à payer l'impôt en nature, c'est-à-dire à donner à la douane 8 % des marchandises imposées.

servent pas longtemps le bel aspect qu'elles offrent en magasin, et se prêtent mal à un long usage; elles se fripent vite; mais, telles qu'elles sont, l'indigène les accepte et l'Anglais les lui vend — préférant adapter son produit au goût de l'acheteur plutôt que de perdre son temps à entreprendre l'éducation artistique ou économique du client. L'Allemand agit de même et, à l'heure actuelle, inonde de sa camelote les pays ottomans : sa passementerie commune fait à notre passementerie plus fine une redoutable concurrence.

2. *Brièveté des crédits consentis par les négociants français.* — Le plus souvent, le commerçant turc ne veut payer ses commandes que lorsqu'il a vendu les marchandises. Il lui arrive souvent d'avoir besoin de six mois de crédit, parfois de neuf mois. La difficulté de se renseigner sur la solvabilité de l'acheteur et, finalement, d'obtenir paiement, a, jusqu'à présent, retenu beaucoup de négociants français.

Évidemment, il est plus sage de s'abstenir de commercer que d'aventurer de longs crédits sans garanties ni moyens de recouvrement. Mais est-on vraiment réduit à cette alternative? La façon dont les Anglais ont tourné la difficulté et les dispositions que prennent actuellement les Autrichiens et les Allemands nous renseignent à ce sujet.

Peu versés dans la procédure suivie par les Turcs pour le recouvrement des créances, les commerçants anglais refusent presque toujours d'avoir pour débiteurs directs les petits marchands chez

qui le consommateur effectif vient s'approvisionner; ils ne vendent guère qu'aux grosses maisons d'importation du pays, maisons relativement peu nombreuses et dont il est plus facile de connaître la situation et de surveiller les affaires.

Les Autrichiens et les Allemands, représentés en Turquie par bon nombre de leurs nationaux, se trouvent en relation directe avec les petits commerçants, les boutiquiers, et c'est avec eux qu'en

connaissance de cause ils traitent les affaires. Il faut dire aussi que beaucoup écoulent, sous le couvert d'étiquettes françaises et de marques estimées, des produits tout à fait inférieurs et réalisent, par ce procédé déloyal, un bénéfice dans lequel se trouve comprise leur assurance contre les mauvais paiements.

3. *Absence de relations directes entre la Turquie et les ports français autres que Marseille.* — Marseille est le seul port français en relation maritime directe avec la Turquie. Il en résulte souvent que les produits expédiés du nord ou de l'ouest de la France ne par-

viennent à destination qu'après de longs délais.

Qu'on jette les yeux sur les cartes des services maritimes (services interocéaniques, grandes lignes intra-méditerranéennes, services de cabotage), et l'on sera frappé de la situation, toute différente, où se trouvent les Anglais, les Italiens du Nord, les Allemands et les Russes.

4. *Pénurie de maisons de commission françaises et de la représentation française en Turquie.* — Au

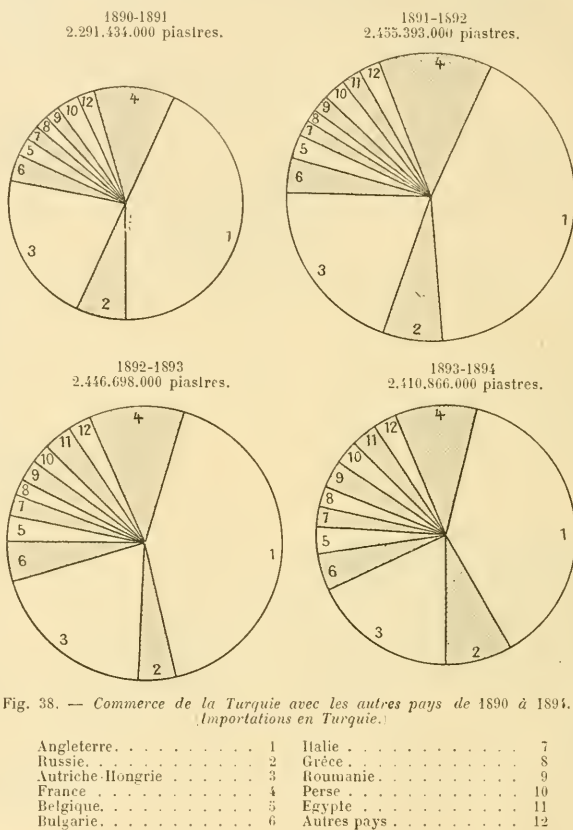


Fig. 38. — Commerce de la Turquie avec les autres pays de 1890 à 1894. (Importations en Turquie.)

sujet de la Grèce, l'un de nous a insisté¹ sur la supériorité considérable que le négociant allemand acquiert sur son concurrent français en entretenant, dans les principales villes, des agents commerciaux et en faisant visiter par des « voyageurs » les « places » où il n'est pas constamment représenté. Il n'est que trop facile d'observer les effets de cette politique de l'Allemand² en Turquie. Grâce à ses commis, qui le renseignent sur les besoins de l'acheteur et qui suivent de près l'écoulement des produits, il est informé de ce qu'il doit fabriquer pour les diverses clientèles de chaque ordre de produits.

C'est ainsi que l'Autriche et l'Allemagne importent actuellement en Turquie, en quantités considérables, des draps de couleurs unies, des draps dits « nouveautés », de la bonneterie, notamment des tricots, contre lesquels nos articles similaires n'essaient même pas de lutter³.

Ce serait une erreur de croire que le succès qu'obtiennent des représentants allemands atteindrait aussi les représentants français que nos maisons de commerce enverraient dans le pays. La raison de cette différence est bien simple : lorsque nous envoyons un représentant à l'étranger, c'est le plus souvent un *raté* ; l'Allemand proliquo y envoie son fils.

Quand — au lieu d'abandonner la lutte commerciale au dehors, ou de l'entreprendre avec des auxiliaires résignés à s'expatrier pour cette seule raison qu'ils sont, en France, des vaincus de la vie — les négociants français, ambitionnant de faire de leurs enfants autre chose que des bacheliers, de placides sédentaires et des ronds de cuir décorables, les enverront dans des écoles de commerce, puis leur confieront le soin de leurs intérêts à l'étranger, le « représentant » français vaudra

sûrement son confrère teuton. Ainsi :

1° Nécessité de préparer le recrutement de bons représentants de commerce, en pratiquant, dans les familles, la sélection des jeunes gens que leurs goûts et leurs aptitudes désignent pour la carrière commerciale ; nécessité de leur donner une forte instruction technique, en faisant du mode d'acquisition de cette instruction l'instrument actif de leur culture personnelle ; nécessité de les faire voyager jeunes pour leur prouver qu'on respire aux antipodes aussi bien qu'à Paris, et les habituer à observer les hommes, à s'intéresser aux différentes civilisations et à en comprendre les conditions d'existence ;

2° Nécessité, pour les industriels français, de constituer des *associations* de fabricants de produits similaires, défendant chacune les intérêts d'une industrie et organisant la représentation commerciale de cette industrie à l'étranger ;

3° Nécessité d'une entente entre, d'une part, les producteurs français décidés à constituer des syndicats d'exportation, et, d'autre part, les compagnies de navigation, qui ne peuvent augmenter leurs lignes, leurs services, sans être assurées de les alimenter.



Fig. 39. — Commerce de la Turquie avec les autres nations de 1890 à 1894. (Exportations de Turquie.)

Angleterre	1	Grèce	7
Russie	2	Roumanie	8
Autriche	3	Egypte	9
France	4	Hollande	10
Italie	5	Autres pays	11
Bulgarie	6		

¹ Voyez la *Revue* du 30 janvier 1898, t. IX, p. 48.

² Il nous faut ici confondre, sous la dénomination d'Allemand, l'Autrichien aussi bien que l'Allemand du Nord.

³ Il est bien entendu que, dans ces courtes pages, nous n'indiquons que les faits dominants. En réalité, il y a *peurie* et non pas *absence complète* de représentation française en Turquie. Si nous pouvions entrer dans le détail du sujet, nous aurions à citer quelques grosses maisons de commerce parisiennes qui y entretiennent des agents.

Tableau I. — Commerce de la Turquie avec la France. Importations en France de 1893 à 1896.

RANG d'import- rance	DÉNOMINATION DES MARCHANDISES	UNITÉS	QUANTITÉS	VALEURS en francs	RANG d'import- rance	DÉNOMINATION DES MARCHANDISES	UNITÉS	QUANTITÉS	VALEURS en francs
ANNÉE 1893									
1	Soies et bourres de soie	Kilo	1.704.924	37.332.352	1	Soie et bourre de soie	Kilo	1.731.182	31.581.991
2	Céréales (grains et farines)	Quantil	1.531.453	24.895.755	2	Céréales (grains et farines)	Quantil	830.419	11.732.065
3	Fruits de table frais, secs ou tapés et confits	Kilo	38.619.534	9.894.575	3	Peaux et pelleteries brutes	Kilo	463.884	11.631.154
4	Peaux et pelleteries brutes	—	2.313.704	7.614.252	4	Vins	Hectol.	10.918.720	10.918.720
5	Vins	—	135.636	7.414.752	5	Laines en masse	Kilo	5.467.747	7.709.523
6	Laines en masse	Kilo	135.636	6.553.258	6	Fruits de table frais, secs, tapés et confits	—	20.200.296	5.619.887
7	Graines et fruits oléagineux	—	10.491.524	6.053.885	7	Graines et fruits oléagineux	—	18.338.857	3.313.550
8	Légumes secs et leurs farines	—	19.423.601	5.251.959	8	Noix de galle	—	12.524.479	2.538.885
9	Tabac en feuilles ou en côtes	—	1.648.161	5.057.258	9	Tissus, passementerie et rubans de laine	—	12.062	2.963.441
10	Tissus, passementerie et rubans de laine	—	1.250.322	1.806.585	10	Tissus, passementerie et rubans de coton	—	97.062	2.715.946
11	Fruits à distiller	—	2.418.403	1.516.409	11	Graines et fruits oléagineux	—	1.585	2.715.946
12	Graines et fruits oléagineux	—	7.530.403	1.430.741	12	Tissus en feuilles ou en côtes	—	82.064	1.698.861
13	Graines et fruits oléagineux	—	1.357.295	1.357.295	13	Graines et fruits oléagineux	—	1.631.527	1.631.527
14	Coton en laines	—	1.303.450	1.303.450	14	Graines et fruits oléagineux	—	1.638.417	1.638.417
15	Opium	—	1.145	1.145	15	Graines et fruits oléagineux	—	1.638.417	1.638.417
16	Essence de roses	—	737.588	1.164.141	16	Peaux préparées	—	1.024	1.398.800
17	Volailles vivantes	—	2.400.960	1.055.250	17	Essence de roses	—	1.024	1.398.800
18	Borax brute et borate de chaux	—	292.663	4.000.450	18	Essence de roses	—	1.024	1.398.800
19	Pois de toute sorte	—	—	—	19	Fruits à distiller (raisins secs ou autres)	—	4.461.505	1.428.551
20	Autres articles	—	—	41.859.671	20	Autres articles	—	—	12.907.285
				133.770.307					418.342.288
ANNÉE 1894									
1	Soie et bourre de soie	Kilo	1.435.740	27.139.062	1	Soies en coco, soies grêgées et bourres de soie	Kilo	1.682.287	27.829.784
2	Céréales (grains et farines)	Quantil	1.332.424	20.253.749	2	Céréales (grains et farines)	Quantil	1.115.124	16.914.779
3	Vins	Hectol.	99.806	7.960.740	3	Vins ordinaires et vins de liqueurs	Hectol.	185.499	12.513.180
4	Laines en masse	Kilo	5.640.465	7.953.056	4	Laines en masse	—	6.900.540	10.018.833
5	Peaux et pelleteries brutes	—	1.957.317	7.092.439	5	Peaux et pelleteries brutes	—	2.050.248	7.598.623
6	Fruits de table frais, tapés et confits	—	25.225.876	6.196.614	6	Fruits de table frais, secs ou confits	—	23.438.150	4.672.169
7	Graines et fruits oléagineux	—	17.007.523	3.775.967	7	Graines et fruits oléagineux	—	15.203.217	4.032.916
8	Légumes secs et leurs farines	—	18.955.015	2.295.769	8	Tissus, dentelles et broderies de coton	—	4.156	3.385.823
9	Noix de galle	—	2.236.312	4.730.657	9	Fruits à distiller	—	8.679.761	2.666.817
10	Tabac en feuilles ou en côtes	—	1.600.006	4.730.657	10	Tissus en feuilles ou en côtes	—	1.956.965	2.562.789
11	Tissus, passementerie et rubans de laine	—	2.015.153	1.600.006	11	Graines et fruits oléagineux	—	2.228.512	2.341.140
12	Coton en laines	—	4.488.543	1.407.975	12	Noix de galle et acclanchies	—	9.258.078	2.341.140
13	Opium	—	1.309.304	1.309.304	13	Opium	—	1.309.304	1.309.304
14	Graines et fruits oléagineux	—	1.413.753	1.413.753	14	Graines et fruits oléagineux	—	1.413.753	1.413.753
15	Essence de roses	—	1.388.389	1.388.389	15	Essence de roses	—	1.388.389	1.388.389
16	Huile fixe pure d'olive	—	1.596.993	1.357.435	16	Huile fixe pure d'olive	—	1.596.993	1.357.435
17	Tissus, passementerie et rubans de coton	—	1.245.929	1.275.288	17	Tissus et laines de laine	—	7.922.102	1.740.402
18	Essence de roses	—	1.369.577	1.079.110	18	Essence de roses	—	1.369.577	1.079.110
19	Fruits à distiller	—	875	1.043.805	19	Peaux préparées et ouvrages en peau et en cuir	—	212.568	1.559.387
20	Autres articles	—	1.466.461	1.043.805	20	Autres articles	—	—	1.507.387
				416.902.617					12.932.384
				116.902.617					121.768.618

Tableau II. — Commerce de la Turquie avec la France. Exportations de France de 1893 à 1896.

RANG d'importance	DÉSIGNATION DES MARCHANDISES	UNITÉS	QUANTITÉS	VALEURS en francs	RANG d'importance	DÉSIGNATION DES MARCHANDISES	UNITÉS	QUANTITÉS	VALEURS en francs
ANNÉE 1893									
1	Peaux préparées et ouvrages en peau ou en cuir.	Franc	"	10,575,716	1	Peaux préparées et ouvrages en peau ou en cuir.	Kilo	1,300,715	42,206,661
2	Tissus, passementerie et rubans de coton.	Kilo	1,641,966	9,918,265	2	Tissus, passementerie et rubans de laine.	—	571,770	8,378,903
3	Tissus, passementerie et rubans de laine.	—	762,027	7,654,846	3	Tissus, passementerie et rubans de coton.	—	1,469,314	7,583,375
4	Café en fèves.	—	3,316,217	6,786,851	4	Tissus, passementerie et rubans de soie et de bourre de soie.	—	417,889	7,426,419
5	Tissus, passementerie et rubans de soie et de bourre de soie.	—	88,315	3,772,205	5	Café.	—	2,720,791	6,665,951
6	Outils et ouvrages en métaux.	—	3,693,778	4,399,617	6	Farines de froment, épave et métal.	Quintal	2,905,386	5,439,106
7	Sucres raffinés.	—	8,184,762	3,928,689	7	Outils et ouvrages en métaux	Kilo	3,440,437	3,914,424
8	Pièces de lingerie cousues et vêtements confectionnés.	—	43,229	3,724,612	8	Eventails, tabletterie, brosses, bimbelot, boutons.	—	327,872	2,328,121
9	Peaux et pelleteries brutes.	—	4,914,897	2,871,563	9	Sucres raffinés.	—	6,669,513	2,297,153
10	Eventails, tabletterie, bimbelot et boutons.	—	306,840	2,406,415	10	Matériaux.	Quintal	1,883,472	1,884,900
11	Tissus, passementerie et rubans de lin ou de chanvre et tissus de jute.	—	1,654,258	1,928,766	11	Vêtements confectionnés et pièces de lingerie cousues.	Kilo	38,834	1,400,800
12	Matériaux.	—	22,653,267	1,122,499	12	Tissus, passementerie et rubans de lin, de chanvre, de ramie et tissus de jute.	—	1,738,375	1,578,331
13	Papier, cartons, livres et gravures.	Franc	1,122,499	1,122,499	13	Objets de ramie et tissus de jute.	—	6,100	1,433,500
14	Objets de vers à soie.	Kilo	1,636,814	1,636,814	14	Poteries, verres et cristaux.	—	4,349,421	1,368,421
15	Soies et bourres de soie.	—	5,424	1,536,076	15	Carton, carton, livres et gravures.	—	1,020,329	1,020,329
16	Huiles fixes (y compris l'huile d'olive).	—	44,690	1,389,783	16	Matériaux, livres et gravures.	—	1,893,267	1,336,253
17	Poteries, verres et cristaux.	Franc	1,752,815	4,285,531	17	Huile fixe pure (y compris l'huile d'olive).	—	1,863,345	1,170,698
18	Fils.	Kilo	475,702	4,407,553	18	Fontes, fer et acier.	—	8,775,742	1,470,108
19	Autres articles.	"	"	16,963,510	19	Peaux et pelleteries brutes.	—	511,436	1,069,215
				86,776,836		Autres articles.	"	"	43,008,506
									83,019,047
ANNÉE 1894									
1	Peaux préparées et ouvrages en peau ou en cuir.	Kilo	1,556,785	11,323,728	1	Peaux préparées et ouvrages en peau ou en cuir.	Kilo	901,682	8,180,943
2	Tissus, passementerie et rubans de soie et de bourre de soie.	—	454,786	8,291,908	2	Café.	—	3,392,741	7,881,813
3	Tissus, passementerie et rubans de coton.	—	1,403,927	7,378,225	3	Tissus, bonneterie, passement et rubans de laine.	—	585,309	6,739,401
4	Café.	—	3,743,043	7,293,390	4	Tissus, bonneterie, passement et rubans de coton.	—	981,816	4,739,401
5	Tissus, passementerie et rubans de laine.	—	690,559	7,195,001	5	Tissus, passementerie et rubanerie de soie et de bourre de soie.	—	67,580	4,005,273
6	Tissus, passementerie et rubans de laine.	—	3,341,503	3,967,361	6	Sucres raffinés en pains ou agglomérés.	—	9,465,503	3,293,509
7	Outils et ouvrages en métaux.	—	8,435,989	3,421,220	7	Outils et ouvrages en métaux	—	3,216,898	3,195,228
8	Sucres raffinés.	—	285,420	2,837,195	8	Farines de froment, épave et métal.	Quintal	103,966	2,435,314
9	Eventails, tabletterie, brosses, bimbelot, boutons.	—	90,293	2,350,995	9	Eventails, tabletterie, broserie, bimbelot, boutons.	—	234,660	4,797,460
10	Farines de froment, épave et métal.	Quintal	1,821,571	2,345,376	10	Matériaux.	Kilo	1,769,621	1,769,621
11	Matériaux.	Kilo	1,244,922	2,345,376	11	Tissus de lin, de chanvre ou de ramie et tissus de jute.	Quintal	234,660	4,797,460
12	Peaux et pelleteries brutes.	Franc	4,511,545	2,215,799	12	Objets de ramie et tissus de jute.	—	1,475,467	1,457,527
13	Vêtements confectionnés et pièces de lingerie cousues.	Kilo	59,402	1,729,790	13	Papier, carton, livres et gravures.	Kilo	1,410,114	1,410,114
14	Poteries, verres et cristaux.	—	1,429,353	1,429,353	14	Huiles fixes pures (y compris l'huile d'olive).	—	2,224,854	1,292,161
15	Papier, carton, livres et gravures.	—	5,511,694	1,353,383	15	Peaux et pelleteries brutes.	—	739,138	1,225,825
16	Objets de vers à soie.	Franc	5,735	1,347,397	16	Objets de vers à soie.	—	1,166,540	1,166,540
17	Tissus, passementerie et rubans de lin, de chanvre, de ramie et tissus de jute.	Kilo	1,475,466	1,099,096	17	Poteries, verres et cristaux.	—	3,634,006	1,084,114
18	Huiles fixes pures (y compris l'huile d'olive).	—	1,418,276	1,049,090	18	Autres articles.	"	"	14,623,574
19	Autres articles.	"	"	85,764,553	19				65,725,782

Telles sont les conclusions qui, d'une façon générale, se dégagent de l'étude des affaires françaises à l'Étranger. Nous en ayons particulièrement senti la justesse pendant notre court séjour à Constantinople et à Brousse; les entretiens que nous avons eus à ce sujet avec bon nombre de Français établis en Turquie et notamment avec quelques membres de la Chambre de Commerce de Constantinople, ont fortement affermi en nous cette conviction qu'à la condition d'organiser leur importation dans l'Empire Ottoman, les industriels français sont assurés de trouver en ce pays un abondant débouché.

Nous ne saurions terminer le compte rendu de cette croisière sans adresser des remerciements particuliers aux savants, aux administrateurs qui nous ont aidés de leur concours: A M. Th. Homolle, qui a pris la peine de se rendre à Delphes pour y recevoir lui-même les passagers du *Sénégal*, nous a dirigés à travers les ruines de l'illustre sanctuaire et nous a donné, au Musée de Delphes,

une conférence inoubliable; à M. et M^{me} Homolle, qui ont accueilli d'une façon si gracieuse tous les touristes de la *Revue* aux fêtes du cinquantenaire de l'*Ecole française d'Athènes*; à M. Jules Cambon, ambassadeur de France; à M. de la Bonlinière, chargé d'Affaires de France; à M. le Commandant Berger, président, et à MM. les membres de l'*Union française de Constantinople* qui nous ont honorés de leur bienveillance et conviés à de magnifiques et très cordiales réceptions.

Nous devons aussi exprimer la gratitude de la *Revue* à la *Compagnie des Messageries maritimes*, qui a bien voulu destiner deux de ses plus beaux navires à notre voyage; enfin à M. le Capitaine Rebuffat, commandant du *Sénégal*, et à M. le Capitaine Bouis, commandant de l'*Orénoque*, dont la sollicitude pour tous les touristes a été unanimement et très justement appréciée.

Georges Radet,

Professeur à l'Université de Bordeaux.

Louis Olivier,

Docteur ès sciences.

REVUE ANNUELLE DE CHIRURGIE

L'année qui vient de s'écouler n'a été marquée par aucune découverte sensationnelle qui mérite d'attirer spécialement l'attention; nous retrouvons, suivant leur évolution en quelque sorte régulière, les questions que nous avons déjà étudiées dans nos revues précédentes. Actuellement encore, nous vivons en Chirurgie sous le règne du bistouri et les questions discutées ont été surtout des questions de médecine opératoire.

Il semble cependant, depuis quelques années, que l'on tende à rechercher le traitement rationnel des maladies dites chirurgicales, que l'on veuille non plus traiter les effets, mais attaquer directement les causes; malheureusement, jusqu'ici le succès n'a guère répondu aux recherches poursuivies.

I. — QUESTIONS GÉNÉRALES.

§ 1. — Tétanos.

A peu près seul de toutes les maladies chirurgicales, le tétanos a été traité suivant ces principes nouveaux. Déjà, dans des articles antérieurs, nous avons eu l'occasion de parler de la sérothérapie du tétanos¹ et nous étions arrivés à cette conclusion que, si la sérothérapie préventive semble efficace, ses effets curatifs semblent à peu près nuls. Dans un travail communiqué cette année au Con-

grès international d'Hygiène de Madrid, MM. Roux et Borrel ont donné l'explication de ces résultats acquis par l'expérience :

« C'est, nous disent-ils, que, dans le tétanos, les cellules nerveuses n'ont pas pour l'antitoxine la même affinité que pour la toxine. Aussi l'antitoxine tétanique injectée aux animaux reste-t-elle dans le sang, tandis que la toxine en est extraite et fixée par les éléments nerveux. Le contre-poison n'arrive pas au contact du poison, et les deux substances, pourtant si rapprochées, ne se rencontrent pas. Le sérum est efficace contre la toxine mise sous la peau, puisque la majeure partie de celle-ci passera par le sang, mais il est impuissant contre le poison arrivé déjà aux éléments nerveux. C'est pourquoi, dans le tétanos déclaré, il échoue si souvent. »

Partant de cette donnée, Roux et Borrel arrivent à cette conclusion qu'il faut porter directement l'antitoxine là où progresse la toxine, dans les centres nerveux. Injectée directement dans le cerveau, l'antitoxine le protégera contre l'envahissement; elle ne défera pas les lésions accomplies, mais elle les empêchera de s'étendre, et si, au moment de l'injection, il n'y a pas encore empoisonnement des parties supérieures de l'axe cérébro-spinal, la guérison pourra être obtenue. Les contractures déjà existantes ne disparaîtront pas instantanément, mais elles ne gagneront pas de proche en proche les muscles jusqu'alors indemnes :

¹ *Revue gén. des Sciences*, 1893, p. 670 et 1895, p. 937.

elles resteront limitées, et le malade, à partir de ce moment protégé, aura le temps de guérir de son intoxication¹.

Il faut donc, non seulement injecter au tétanique de l'antitoxine, mais encore l'injecter au bon endroit, c'est-à-dire dans les centres nerveux.

Les expériences montrent la vérité de cette notion. Sur 43 cobayes traités à divers moments, 33 ont survécu à la suite de l'injection intra-cérébrale de l'antitoxine. Sur 47 autres cobayes, qui ont reçu le sérum sous la peau à doses beaucoup plus fortes, 2 seulement sont restés vivants; 17 cobayes témoins, auxquels on n'a point injecté de sérum, sont tous morts.

Expérimentalement, la question est donc tranchée. L'injection intra-cérébrale de l'antitoxine donne, chez l'animal, des résultats incontestablement supérieurs à ceux que donne son injection sous la peau. En est-il de même chez l'homme? Quelques succès ont été publiés par Chauffard et Quénu, par Roger et Souligoux. Les résultats ont été identiques à ceux observés chez le cobaye. Les contractures existantes ont été comme figées sur place et n'ont disparu que tardivement quand a été épuisée l'action de la toxine sur les neurones atteints. Mais du jour où l'injection intra-cérébrale a été pratiquée, aucune extension du processus ne s'est faite sur de nouveaux territoires nerveux. Cette injection de l'antitoxine dans le tissu cérébral semble n'avoir aucune conséquence fâcheuse sur le fonctionnement du cerveau.

Le tétanos peut donc chez l'homme, comme chez le cobaye, guérir par l'injection intra-cérébrale d'antitoxine. Malheureusement, les résultats sont loin d'être constants. Dans les tétanos à marche rapide, où l'extension des lésions est grande, on n'obtient aucun résultat, l'injection, nous le répétons, ne guérissant pas, mais arrêtant simplement dans leur marche les lésions en voie d'évolution. Il y a quelques mois, la méthode n'a donné aucun résultat sur un de nos malades traité par MM. Roux et Borrel. L'autopsie nous a toutefois permis de constater un fait intéressant : l'absence de toute lésion cérébrale aux points qui avaient été le siège de l'injection. Cette injection est faite très simplement, en plein tissu cérébral, en avant des circonvolutions rolandiques, par deux petites trépanations faites avec une fraise de 6 à 7 millimètres.

§ 2. — Rayons X.

Nous venons de voir, à propos du tétanos, l'appli-

cation d'une méthode générale de traitement à la thérapeutique d'une affection chirurgicale; l'emploi des rayons X nous montre l'application au diagnostic d'affections chirurgicales d'une méthode générale d'investigation. On n'en est plus à compter aujourd'hui les services qu'a rendus déjà la découverte de Röntgen¹. Dans tous les cas douteux de traumatismes articulaires ou osseux, la photographie de l'articulation, ou simplement son examen fluoroscopique, permet de trancher sans hésitation une série de diagnostics épineux qu'aimaient à discuter nos anciens et qui constituaient le fond de ce qu'on appelait autrefois la clinique. Plus de ces discussions à perte de vue, de ces raisonnements interminables, fondés souvent sur des constatations inexactes : un simple examen d'un instant tranche la question.

Il en est de même pour l'existence de corps étrangers dans les cavités viscérales. A l'aide d'un appareil des plus ingénieux, un élève de Marey, M. Contremoulins, est arrivé à déterminer non seulement la présence, mais encore le siège exact d'un corps étranger dans la cavité crânienne.

Pour les viscères, nous sommes un peu moins avancés. Cependant nous avons pu faire photographie, cette année, une tumeur du rein, par M. de Bourgade. Certes l'image n'est pas d'une netteté absolue; cependant, par la comparaison des deux côtés de la colonne vertébrale, on voit nettement une ombre arrondie correspondant au néoplasme. L'opération nous permet de vérifier le diagnostic porté par l'examen radiographique. C'est, croyons-nous, le premier cas de tumeur du rein qui ait été photographiée par les rayons X. La photographie de la tumeur enlevée nous permet de constater que le parenchyme rénal était plus perméable aux rayons X que le tissu même du néoplasme.

L'emploi de ces rayons X nous a paru aussi d'une grande utilité pour l'étude du système circulatoire. Ces temps derniers notre élève Fredet a, par la photographie de pièces injectées avec de l'onguent napolitain, obtenu des résultats supérieurs à ceux des meilleures dissections dans l'étude de la circulation utérine.

§ 3. — Vasotripsie.

Afin d'éviter l'abandon dans le péritoine de gros moignons à la fin des opérations abdominales, M. Doyen a imaginé une pince à pression progressive qui multiplie de deux jusqu'à vingt l'effort exercé au niveau de ses anneaux et permet de réduire à l'épaisseur d'une feuille de papier les pédicules les plus volumineux. Cette pince puissante permet d'écraser extemporanément les ligaments

¹ Nous n'avons pas à rappeler ici que, dans le tétanos, il n'y a pas envahissement des centres nerveux par le bacille tétanique, mais simplement lésion de ces centres par les produits solubles, ou par les toxines, comme on dit aujourd'hui, excrétés par le microbe tétanique.

¹ Voir *Rev. gén. des Sciences*, 1896, p. 873.

larges, les pédicules de kystes de l'ovaire, les adhérences épiploïques ou autres, qui se trouvent ainsi réduits à leurs feuillets péritonéaux. La plupart des artères se trouvent immédiatement oblitérées. Il est cependant sage de ne pas couper les pédicules ainsi écrasés sans les lier, une hémorragie secondaire pouvant se produire dans des cas où l'hémostase semble d'emblée satisfaisante.

L'instrument enlevé, le point comprimé est réduit à une si faible épaisseur qu'il devient facile d'assurer l'hémostase définitive par une ligature de soie très fine.

M. Tuffier, qui a immédiatement adopté cette méthode et modifié le mode de rapprochement des mors de la pince, l'a décrite de nouveau sous le nom d'*angiotripsie*. Il supprime même toute ligature et sectionne directement les parties écrasées. Peu de temps après, M. J.-L. Faure inventait à son tour un troisième modèle de pince écrasante. Le résultat, obtenu avec une quelconque de ces diverses pinces, est à peu près identique, si nous nous rapportons à notre expérience personnelle. Avec Doyen, nous pensons qu'il est sage de placer sur les parties écrasées une soie fine, et nous ne manquons jamais de le faire, toutes les fois que nous recourons à cette méthode de réduction des tissus par l'écrasement.

§ 4. — Anesthésie locale.

Depuis quelque temps on fait grand bruit, en Allemagne, d'une nouvelle méthode d'anesthésie chirurgicale qu'on désigne couramment sous le nom d'« anesthésie de Schleich », du nom de son inventeur. Au lieu de faire l'injection dans le tissu conjonctif sous-cutané, comme on le fait ordinairement, Schleich fait l'injection dans le derme. La solution infiltre celui-ci, d'où le nom d'anesthésie par infiltration; une zone plus ou moins étendue d'anesthésie se forme autour de la traînée intradermique, et la peau peut, à cet endroit, être incisée sans que l'incision provoque de douleur. L'avantage de ce procédé consiste en ce que l'anesthésie peut être provoquée par une dose extrêmement minime de cocaïne, ce qui tiendrait, dit Schleich, à ce que divers facteurs anesthésiques viennent s'ajouter à l'action du narcotique employé : 1° L'ischémie produite dans la région infiltrée par le liquide; 2° la compression des éléments nerveux par le liquide injecté qui interrompt leur conductibilité; 3° le refroidissement de la région par le liquide injecté.

Ces divers facteurs d'ordre physique ont une importance telle qu'on peut même obtenir l'anesthésie par l'injection interstitielle de liquides indifférents dans des tissus normaux.

En faisant une série d'injections interstitielles

dans les tissus que l'on va couper, on arrive à obtenir une anesthésie parfaite.

A part la première injection faite dans l'épaisseur même du derme, cette méthode d'anesthésie par infiltration, considérée comme nouvelle en Allemagne, n'est autre que celle que suit chez nous Reclus, depuis nombre d'années. La seule différence, c'est que Schleich se sert de solutions extrêmement faibles, ne contenant que 1 p. 1000 de cocaïne.

II. — CHIRURGIE DU GRAND SYMPATHIQUE.

L'an dernier, nous avons déjà eu l'occasion de parler des premières résections du grand sympathique, faites dans le but de guérir le goître exophtalmique. L'année qui vient de s'écouler nous apporte une série d'opérations nouvelles sur le sympathique.

La section et la résection du sympathique cervical ont été pratiquées contre le *goître exophtalmique*. Proposée par Edmunds à la Société pathologique de Londres, la sympathicotomie n'a été que rarement employée; Jaboulay, à Lyon, y a eu recours. Le plus souvent c'est la sympathectomie qui a été faite (Jonnesco, Jaboulay, Faure, G. Marchant, Quénu, Juvara, etc.). Cette résection du sympathique cervical a été partielle, limitée au ganglion cervical supérieur et au moyen, ou, au contraire, totale, comprenant les trois ganglions cervicaux.

Sur 37 opérations recueillies à l'heure actuelle par G. Marchant, il y a 5 morts rapides, 8 opérés semblent guéris, 20 sont améliorés, 3 n'ont subi aucune modification, 1 opéré s'est suicidé peu de temps après l'opération. Il semble donc aujourd'hui que si l'on veut, dans le goître exophtalmique, recourir à une intervention opératoire, c'est à la résection du sympathique qu'il faut s'adresser plutôt qu'à la thyroïdectomie ou à l'exothyropexie, opération qui eût donné une mortalité beaucoup plus considérable.

Faut-il faire la résection limitée du ganglion cervical supérieur ou faut-il réséquer la totalité du sympathique cervical? La question est aujourd'hui tranchée; comme il n'y a pas de parité à établir au point de vue de la gravité et de la difficulté entre les deux opérations, c'est à la plus simple qu'il faut s'adresser, les résultats curatifs semblant à peu près identiques.

Les résultats obtenus par la résection du grand sympathique dans le traitement du goître exophtalmique firent que l'on appliqua bientôt la même opération à la cure du *glaucome*. D'après Jonnesco de Bucarest, qui, le premier, a eu recours à ce mode spécial de traitement du glaucome, on obtiendrait de bons résultats dans le glaucome chronique

simple. Dans le glaucome hémorragique, la résection du sympathique ne pourrait qu'aggraver les symptômes; dans le glaucome absolu, où la vue est définitivement perdue, elle est inutile; dans le glaucome aigu et non hémorragique, elle doit céder le pas à l'iridectomie, qui est suffisante pour amener la guérison. Il y aurait donc, dans la résection du sympathique cervical, un moyen d'abaisser immédiatement la tension intra-oculaire, augmentée, comme on sait, dans le glaucome, moyen efficace même dans les cas où l'iridectomie est insuffisante.

Enfin, dans le traitement de l'épilepsie, on est revenu à la résection du sympathique cervical déjà préconisée en 1883 par Alexander, mais délaissée pendant un laps de temps assez long. Sur 30 opérations, nous dit Chipault, on note 13 guérisons et 10 améliorations. L'ablation du ganglion cervical supérieur agirait en obviant à l'anémie encéphalique aiguë qui caractérise les crises d'épilepsie, et aux troubles de nutrition qui finissent par en résulter.

La multiplicité des opérations pratiquées permet de régler aujourd'hui le *manuel opératoire* de la résection du sympathique cervical.

L'incision cutanée longue sera tangente au bord postérieur du sterno-mastoïdien, une incision pré-mastoïdienne conduisant sur une série de troncs veineux qui masquent le sympathique. Dans la partie inférieure de l'incision, on voit la jugulaire interne qui déborde le muscle. Divisant les tissus par en haut, on découvre le reste du tronc de la jugulaire, la carotide et le pneumogastrique. Il suffit de récliner ce paquet en dedans pour voir le grand sympathique, ruban plissé, fixé sur la colonne vertébrale, se terminant en haut par un renflement fusiforme, qui est, comme y insiste Gérard Marchant, sa caractéristique. Ce renflement, qui correspond au ganglion cervical supérieur, est haut placé; aussi l'incision doit-elle remonter jusqu'au-dessus de la pointe de la mastoïde. Il suffit, comme nous l'avons dit plus haut, de faire une résection partielle, d'extirper le ganglion supérieur et un segment voisin du sympathique, en tout 4 à 6 centimètres. Ainsi conduite, l'opération est relativement simple et ne demande guère plus d'une dizaine de minutes pour chacun des côtés.

III. — THORAX. AFFECTIONS DU MÉDIASTIN POSTÉRIEUR.

En 1891, dans un travail publié avec Quénu, nous avons montré, à la suite de Nasiloff, qu'il était possible de pénétrer sans grands délabrements dans le médiastin postérieur. Depuis cette époque un certain nombre de travaux ont paru sur cette question et ont été, cette année, résumés dans un

excellent travail de Potarca (de Bucharest, qui a, de son côté, complètement étudié la thoracotomie postérieure dans les affections du médiastin.

Cette opération est indiquée dans les abcès du médiastin postérieur (Ziembicki, Krynski, Obalinski), dans les corps étrangers solidement implantés dans les parois de l'œsophage intra-médiastinal et ayant résisté à toutes les autres tentatives d'extractions, dans les tumeurs du médiastin postérieur, peut-être dans les rétrécissements de l'œsophage, etc. Les faits cliniques sont encore peu nombreux et ne permettent pas de poser une indication nette.

D'après le siège de ces affections, on interviendra à différentes hauteurs et d'un côté ou de l'autre de la colonne dorsale. Contrairement à ce que nous avons écrit autrefois, Potarca pense que le chemin est plus libre et moins périlleux du côté droit que du côté gauche et que ce côté doit être préféré toutes les fois que cela sera possible. Le fait ne nous paraît pas démontré; aujourd'hui, comme en 1891, nous pensons que s'il opère bas, au-dessous de la crosse de l'azygos, le chirurgien, incisant à droite, sera gêné par le cul-de-sac rétro-œsophagien de la plèvre.

Les deux seules opérations faites à droite ont du reste été suivies de perforation de la plèvre et de mort (Rehn). Un fait communiqué ces jours derniers au Congrès de Chirurgie, par Forgues (de Montpellier), montre la vérité de nos anciennes conclusions. Il s'agissait d'un corps étranger arrêté dans la portion thoracique de l'œsophage. Comme la radiographie avait montré que le corps débordait la colonne à droite, M. Forgues ouvrit le médiastin postérieur à droite; mais lorsqu'il voulut atteindre l'œsophage, il se trouva en présence d'un cul-de-sac pleural rétro-œsophagien très développé, qu'il dut décoller tant et si bien que l'œsophage soulevé avec lui fila en avant et qu'il dut laisser son opération incomplète.

IV. — ABDOMEN.

§ 1. — Foie.

Différents travaux ont attiré l'attention sur le *traitement chirurgical des néoplasmes hépatiques* et sur leur diagnostic. Des faits publiés par Ricard, Tuffier, Broca, ont montré qu'une hémorragie terrible pouvait être la conséquence d'une simple ponction dans un néoplasme hépatique. Aussi devons-nous être en garde contre ces ponctions exploratrices, si simples, si bénignes en apparence, si graves dans la réalité. Ce sont là des procédés de diagnostic d'un autre âge et que nous devons aujourd'hui laisser de côté. Mieux vaut ouvrir le ventre et constater *de visu* l'état des parties.

Cette inspection directe des parties montrera, du reste, que bien rares sont les cas où l'on a pu enlever des néoplasmes du foie. Ces cas existent cependant. Terrier et Auvray ont pu, dans un mémoire récent, en réunir un nombre assez considérable. Ils se sont en même temps attachés à déterminer quel était le meilleur mode d'hémostase à appliquer à une lésion hépatique. Le procédé auquel ils se sont ralliés est un procédé de ligatures en chaîne, appliquées d'une manière un peu spéciale et rappelant dans une certaine mesure le procédé décrit antérieurement par un chirurgien russe, Kousnetzoff.

Il y a deux ans, nous nous élevions contre les traitements médicaux des *calculs biliaires*, voyant dans ceux-ci une lésion locale et non point, comme le voulaient le professeur Bouchard et Chauffard, la manifestation locale d'une maladie générale. La question est aujourd'hui tranchée. Dès 1886, les constatations de Galippe avaient posé nettement la question de l'origine microbienne de la lithiase; Naunyn développa cette théorie, sans fait précis il est vrai.

Les recherches de Gilbert et Dominici, de Gilbert et Fournier, lui apportèrent un appui considérable en montrant l'existence fréquente de microbes à l'intérieur de calculs biliaires, alors même que ceux-ci sont imperméables aux microbes, d'où il ressort qu'ils existaient dans la bile avant le développement de la lithiase. Le fait que dans les calculs jeunes les microbes sont presque constants, cet autre fait que les calculs multiples trouvés dans une vésicule sont approximativement du même âge, plaident aussi en faveur de l'origine non diathésique des calculs. Il manquait la preuve expérimentale, la formation sur un animal de calculs par l'inoculation d'un agent infectieux. Gilbert et ses élèves avaient bien, dans quelques cas, noté, au cours de recherches expérimentales sur les infections biliaires, la présence de quelques formations calculeuses, mais ce n'étaient là que des productions accidentelles, et il faut arriver aux belles expériences de notre élève Mignot pour voir ces calculs produits pour ainsi dire à volonté.

Inoculant dans des vésicules rendues préalablement inertes des cultures microbiennes très atténuées, Mignot obtient d'une manière presque constante des formations calculeuses. Aussi, reprenant ses constatations et les rapprochant d'une série d'autres faits, existence constante d'un certain degré d'inflammation de la vésicule, lors de la présence de calculs, alors que l'introduction d'un corps étranger aseptique ne détermine aucun phénomène inflammatoire (Mignot), nous avons pu conclure, dans un travail présenté à la Société de Chirurgie, que, si l'origine infectieuse de la lithiase

biliaire est bien établie, rien ne permet d'affirmer scientifiquement l'existence d'un seul cas de lithiase diathésique.

L'intervention chirurgicale dans les calculs de la vésicule biliaire est donc scientifiquement indiquée, pour peu que ces calculs déterminent le moindre accident. Elle est cliniquement commandée par ce fait qu'elle est bénigne (nous n'avons perdu aucun de nos opérés), et par cet autre fait que l'arrêt du calcul plus loin, dans le canal cholédoque, peut être le point de départ d'accidents graves, et qu'à ce moment l'opération prend une réelle gravité. Espérons qu'un jour viendra où nos médecins français comprendront ce que savent déjà si bien bon nombre de leurs confrères étrangers et qu'ils n'hésiteront pas à envoyer de bonne heure leurs malades au chirurgien, au lieu d'attendre qu'ils aient le foie désorganisé, et qu'ils soient aux trois quarts morts pour les faire achever par une opération trop tardive, et accuser ensuite le chirurgien d'un insuccès qu'ils ont été seuls à amener par leur temporisation excessive et par leurs traitements illusoire quand ils n'ont pas été franchement nocifs.

§ 2. — Estomac.

La chirurgie de l'estomac a fait, cette année, l'objet de nombreux travaux. Un de nos internes, Urbain Guinard, dans une excellente thèse sur la cure chirurgicale du *cancer de l'estomac*, a montré que ce cancer était de tous les cancers un de ceux qui donnaient les meilleurs résultats au point de vue de la cure définitive s'il était opéré assez tôt. La question nous semble aujourd'hui tranchée d'une manière définitive. Le cancer de l'estomac doit être opéré dès qu'il est diagnostiqué.

Un autre de nos internes, Chauvel, a bien étudié une opération décrite en Allemagne par Eiselsberg, l'*exclusion du pylore*; elle consiste à séparer la région pylorique du reste de l'estomac après avoir établi entre celui-ci et l'intestin une communication anastomotique, une gastro-anastomose.

Soulevée par le professeur Dieulafoy à l'Académie de médecine, la question de l'*intervention chirurgicale dans les hémorragies de l'estomac* a fait l'objet d'une discussion à la Société de Chirurgie. Des diverses observations publiées, observations réunies dans la thèse d'un autre de nos élèves, Savariaud, on arrive à cette conclusion que, dans les hémorragies répétées, suites d'ulcère stomacal, la gastro-entérostomie constitue l'opération de choix; en facilitant l'évacuation de l'estomac et diminuant ainsi les contractions de l'organe, elle suffit souvent pour amener la guérison; au contraire, dans les grandes hémorragies, il faut se borner au traitement médical ou bien ouvrir l'estomac, et, par une gastrotomie large, arrêter

l'hémorragie en attaquant directement le point saignant, le cautérisant ou y plaçant une ligature.

§ 3. — Appendicite.

Cette année, comme les précédentes, nous retrouvons la question de l'appendicite qui a suscité de nombreux travaux.

En 1896, nous avons exposé dans cette *Revue* la théorie, si brillamment défendue par le professeur Dieulafoy, de l'exaltation des microbes de l'appendice converti en cavité close. La preuve directe du fait n'avait toutefois pas été fournie. Avec notre élève Mignot, nous avons mis en culture le contenu de l'appendice recueilli au-dessus et au-dessous du point oblitéré. Les résultats ont confirmé d'une manière absolue la théorie de Dieulafoy, l'injection des cultures au cobaye ayant montré que la virulence des microbes pris dans la portion oblitérée était beaucoup plus grande que celle de ceux pris dans la portion de l'appendice en communication avec le caecum. Nos recherches, répétées presque immédiatement par MM. Dieulafoy et Caussade, ont été confirmées par ces expérimentateurs. Ceux-ci ont, de plus, étudié la toxicité comparative des bouillons de culture. Filtrant ceux-ci et inoculant le liquide filtré chargé de toxine et privé de bacilles, ils ont constaté que, de même que la virulence, la toxicité était augmentée. De là, la conception de l'appendicite, maladie toxico-infectieuse que vient ces jours derniers de soutenir M. Dieulafoy à l'Académie de Médecine, quelques accidents observés au cours d'appendicites correspondant beaucoup plus à une toxémie qu'à une infection vraie.

§ 4. — Occlusion intestinale.

Une discussion de la Société de Chirurgie a montré que la majorité de la Société, malgré l'opposition de quelques-uns de ses membres, de Nélaton, de Segond, etc., se ralliait à l'opinion que nous soutenions avec Broca : ne faire l'anus contre nature que dans les occlusions chroniques ou subaiguës, ouvrir largement le ventre et lever l'obstacle dans les occlusions à marche aiguë. La statistique de nos opérations personnelles, que nous avons publiée à ce moment, a montré que tous les malades opérés pendant les quatre premiers jours avaient guéri; que tous ceux qui avaient été opérés plus tard étaient morts; que, par conséquent, la laparotomie par elle-même n'était pas grave, mais qu'elle le devenait par les retards apportés à l'opération, retards malheureusement trop souvent imputables au médecin qui laisse perdre un temps précieux quand il n'a pas hâté lui-même la production des lésions intestinales par des purgatifs violents et répétés.

§ 5. — Rectum.

Étudié par de nombreux chirurgiens, en particulier par Quénu, en France, le traitement du cancer du rectum semble avoir fait un pas en avant dans ces dernières années. Comme nous le disions dans un rapport écrit en collaboration avec Quénu pour le Congrès de Chirurgie, deux grands principes doivent guider l'opération :

1° Faire une ablation étendue, portant sur l'organe malade et sur les ganglions dégénérés; recourir, par conséquent, à une voie qui donne un accès facile sur le rectum; 2° être aussi aseptique que possible, avant, pendant et après l'opération :

Avant l'opération, en faisant de l'antisepsie intestinale par les purgatifs, les poudres, le régime lacté et même en détournant les matières du rectum par un anus iliaque préliminaire;

Pendant l'opération, en enlevant le rectum malade comme une poche à contenu septique;

Après l'opération, en restaurant aussi parfaitement possible les parties.

Ces principes doivent être suivis, quel que soit le siège du néoplasme et quelle que soit la voie d'accès à laquelle on ait eu recours.

V. — GYNÉCOLOGIE.

Il semble que les tendances actuelles de la gynécologie soient dirigées dans deux sens diamétralement opposés.

Faire, dans les cas de tumeurs malignes, des opérations aussi larges que possible pour éviter les récurrences; être, dans les lésions de nature bénigne, aussi conservateur que les lésions le permettent.

§ 1. — Cancer de l'utérus.

On sait combien sont tristes et décevants les résultats de la thérapeutique chirurgicale du cancer de l'utérus. La cautérisation, le curettage, l'amputation du col, l'hystérectomie vaginale sont, pour ainsi dire, constamment suivies de récurrence; c'est que le diagnostic est porté trop tard et que la malade, hésitant à se faire examiner ou perdant un temps précieux à essayer les effets d'un traitement médical, se décide à l'opération quand le néoplasme a déjà dépassé le tissu utérin. Aussi le chirurgien appelé tardivement, trop tardivement par le médecin, ne peut-il faire une opération curative. Le mal a déjà gagné les lymphatiques du tissu cellulaire des ligaments larges. Pour pouvoir extirper ceux-ci, quelques chirurgiens américains et, à leur suite, un certain nombre de chirurgiens français, Terrier, Quénu, Reynier, etc., ont conseillé d'opérer par l'abdomen les cancers de l'utérus, même lorsqu'il s'agissait de cancers du col. Par cette voie, ils ont pu, en même temps que l'utérus, enlever des

ganglions, des ligaments larges infiltrés, disséquant l'uretère au milieu du tissu néoplasique. L'avenir nous dira si ces opérations, largement faites, ont donné des survies plus réelles que les opérations préconisées jusqu'ici.

Pour nous, nous croyons que seul un diagnostic précoce, suivi d'une opération précoce, permettra d'obtenir la cure définitive du cancer utérin. Quand celui-ci est étendu, l'opération, quelle qu'elle soit, sera insuffisante pour amener une cure définitive. C'est donc à dépister au début le cancer utérin, à l'opérer immédiatement qu'il faut nous attacher. Là est l'avenir, tant qu'on n'aura pas trouvé le médicament spécifique du cancer.

§ 2. — Fibromes de l'utérus.

Contrairement au cancer, le fibrome de l'utérus n'est pas une tumeur envahissant les organes voisins, tuant le malade par généralisation ou par toxémie. C'est une tumeur qui n'est grave que par les accidents qu'elle peut déterminer, accidents résultant du volume excessif de la tumeur, de la compression qu'elle exerce sur les organes voisins, des hémorragies utérines qu'elle cause, etc. Il n'y a donc plus ici à s'occuper de rechercher une opération permettant d'emblée l'ablation large de la tumeur. Certes, les méthodes d'excérèse peuvent être et sont nécessaires dans un très grand nombre de cas; mais, comme il ne s'agit que de supprimer les accidents causés par ces tumeurs, les méthodes conservatrices peuvent être essayées. A cet égard, nous devons mentionner l'utilité de la ligature vaginale des utérines, qui, dans les fibromes petits ou moyens, suffit, en l'absence de lésions inflammatoires péritérines, pour amener la cessation complète des accidents et qui peut, dans ces cas, être substituée à la méthode radicale de l'hystérectomie vaginale généralement pratiquée.

Cette simple ligature des artères nourricières de l'utérus, opération facile et sans dangers, amène une cessation des accidents et une régression dans le volume des fibromes. Préconisée en Amérique par Martin, de Chicago, en Allemagne, par Gottchalk, de Berlin, elle commence à pénétrer en France. Nous y avons eu recours dans un certain nombre de cas avec avantage et nous en avons montré les bons effets dans un mémoire publié avec notre élève Fredet. C'est, en somme, un retour à la vieille méthode des ligatures atrophiantes.

§ 3. — Annexites.

La même tendance conservatrice se rencontre dans le traitement des lésions inflammatoires des annexes utérines, de la trompe et de l'ovaire. C'est elle qui fait que la jeune école chirurgicale française abandonne de plus en plus l'opération mul-

tiante de l'hystérectomie vaginale pour revenir à la voie abdominale qui, dans bon nombre de cas, permet de conserver tout ou partie des organes.

Certes, l'hystérectomie vaginale a constitué, au moment de son apparition, un véritable progrès au double point de vue des résultats immédiats et des résultats éloignés. A une époque où l'on décortiquait les tumeurs utérines et péritérines au milieu d'anses d'intestin venant constamment dans le champ opératoire, le choc et la péritonite étaient beaucoup plus fréquents après les opérations abdominales qu'après les vaginales, où, en somme, le chirurgien manœuvrait beaucoup plus en champ limité, ne contaminant que les anses d'intestin situées dans le petit bassin.

Dans ces dernières années, utilisant la position élevée du bassin qui vide en quelque sorte l'excavation pelvienne en amenant la chute des intestins vers le diaphragme et faisant un emploi judicieux de compresses aseptiques pour limiter le champ opératoire, les chirurgiens ont pu, tout en conservant les avantages de la voie abdominale, lui adjoindre ceux de limitation de foyer opératoire que donnait seule jusqu'alors l'opération vaginale. La mortalité opératoire a, par suite, considérablement diminué.

Au point de vue des résultats éloignés, l'hystérectomie vaginale a, de même, été pendant une période très supérieure à la castration annexielle abdominale. D'après mes relevés opératoires d'il y a quelques années, 55 % des laparotomisées seulement étaient débarrassées de tout phénomène morbide, alors que l'hystérectomie vaginale me donnait 86 % de résultats parfaits. C'est qu'après l'opération abdominale, telle qu'on la comprenait alors, les malades souffraient souvent soit des gros moignons douloureux, qui résultaient de la ligature en masse des pédicules annexiels, soit de la présence d'un utérus gros, douloureux et suintant. Ces deux inconvénients devaient disparaître à la suite de l'amélioration de la technique et de la ligature isolée des vaisseaux.

Il est irrationnel d'agir comme le font encore beaucoup de chirurgiens aujourd'hui : d'enlever avec la trompe un ovaire sain et de laisser un utérus suppurant.

L'indication est d'enlever les lésions infectées dans leur totalité, utérus et trompes, et de conserver à la femme un organe dont la sécrétion interne n'est pas à dédaigner, lui évitant ces accidents de ménopause anticipée, ces troubles nerveux divers que l'on est obligé de traiter par des médications multiples, en particulier par l'opothérapie ovarienne.

Henri Hartmann,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris,
Chirurgien des Hôpitaux.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^o Sciences mathématiques

Autonne (Léon), Ingénieur des Ponts et Chaussées, Maître de Conférences de Mathématiques à l'Université de Lyon. — *Sur l'équation différentielle du premier ordre et sur les singularités de ses intégrales algébriques*. — 1 vol. in-4^e de 194 pages. (Extrait du « Journal de l'Ecole Polytechnique ».) Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris, 1898.

M. Autonne continue ses intéressantes recherches sur l'équation différentielle du premier ordre II :

$$h(x, y, y') = 0, \quad y' = \frac{dx}{dy},$$

h étant un polynôme. L'équation différentielle II étant représentée par une surface F , les intégrales de II correspondent sur cette surface à des courbes appelées *intégrantes*. Dans un important travail publié il y a quelques années¹, M. Autonne a fait l'étude des surfaces F qui, au point de vue des intégrantes, ne présentent que des singularités ordinaires. Ce nouveau mémoire a pour objet l'extension des résultats obtenus au cas d'une surface F à singularités quelconques.

La première partie, la plus importante de ce travail, est consacrée aux développements en séries des intégrales algébriques de l'équation différentielle II; elle renferme une discussion approfondie des singularités de ces intégrales. A cet effet, l'auteur montre que « toute singularité de II peut, tant qu'il ne s'agit que d'intégrales algébriques, être résolue par un nombre fini et limité d'opérations algébriques, après quoi les divers développements en séries sont séparés ».

La deuxième partie contient un examen rapide de quelques exemples de discussion de pivot. L'allure d'une intégrante dépend de la nature de la quadrique polaire de F , par rapport au pivot considéré.

Dans la troisième partie, consacrée aux applications, on trouve l'exposé de quelques propriétés de l'intégrante algébrique située sur une surface algébrique. L'auteur établit d'abord une importante relation entre le degré et le rang de l'intégrante; puis, il passe aux préliminaires relatifs à la limitation du degré pour l'intégrale algébrique, l'étude complète de cette question étant renvoyée à un mémoire ultérieur. Dans la limitation du degré de l'intégrante, intervient un nombre qui se rattache à chaque pivot de F et que l'auteur appelle *équivalent du pivot*. Le mémoire se termine par le calcul effectif des équivalents pour les divers types de pivots qui se présentent dans les exemples choisis dans la deuxième partie.

II. FEHR,

Privat-docent à l'Université de Genève.

Lallemand (Ch.), Ingénieur en chef des Mines, Directeur du Service du nivellement général de la France. — *Réfection du Cadastre de la Commune de Neuilly-Plaisance (Seine-et-Oise)*. (Extrait du Rapport général sur les travaux de la Sous-commission technique, par M. E. Cheysson, inspecteur général des Ponts et Chaussées.) — 1 brochure in-4^e de 36 pages, avec figures et plans annexes. Imprimerie Nationale. Paris, 1898.

En donnant, ici même, l'analyse du Rapport présenté à la Commission extra-parlementaire du Cadastre, sur l'état actuel du bornage des propriétés en France,

par M. Ch. Lallemand, nous avons eu l'occasion de montrer l'insuffisance de ce bornage, l'intérêt qu'il y aurait à le rétablir et à refaire le cadastre de notre pays¹.

La question, on le sait, est à l'étude : une commission extra-parlementaire, constituée par le Ministère des finances, s'en occupe sérieusement, et la sous-commission technique a chargé un Comité de procéder à des essais pratiques pour mettre en lumière les difficultés de cette grande œuvre.

Ces expériences n'avaient, jusqu'à ces dernières années, porté que sur la triangulation, le lever et le rapport des plans, opérations d'importance assurément majeure, mais ne comprenant cependant pas tout l'ensemble du problème. Il restait à embrasser celui-ci, avec la complexité de ses multiples aspects : cet essai global, précédé de la délimitation contradictoire du territoire d'une commune, de l'emprise des chemins, des parcelles privées, et suivi de la confection d'un livre foncier, vient d'être exécuté, sous la direction de M. Lallemand.

La commune de Neuilly-Plaisance (Seine-et-Oise), qui en a été le théâtre, était désignée au choix du Comité par le nombre et l'importance des difficultés qu'elle offrait à une opération de ce genre : morcellement excessif du territoire (environ neuf îlots à l'hectare); multiplicité et défaut de cohésion des propriétés; absence presque générale de titres réguliers de propriété pour la partie rurale, représentant plus de la moitié du territoire; état véritablement chaotique de l'ancien cadastre. Il suffira, pour donner une idée de ce dernier, de dire que cette commune, où il n'existait, pour ainsi dire pas, en 1820, une seule construction, est aujourd'hui le siège d'une ville de 5.000 âmes, et que les terres sur lesquelles on n'a pas bâti ont presque toutes changé de culture.

Malgré ces conditions défavorables, les résultats ont été des plus satisfaisants.

Le nouveau cadastre se différencie de l'ancien par plusieurs points d'un grand intérêt : rattachement direct aux grandes triangulations de l'état-major; adoption d'un système de coordonnées unique pour toutes les communes d'un même fuseau (la France étant supposée partagée en six fuseaux); emploi systématique de machines et d'abaques pour les calculs; division du travail poussée jusqu'à ses dernières limites; gravure du plan, exécutée directement et à l'envers, sur des feuilles de zinc; tirage à sec de ce plan, sans déformations appréciables; vulgarisation du cadastre par la mise en vente des feuilles du plan; relevé direct et figuration, sur le plan d'assemblage, des courbes de niveau, qui délimitent le relief du sol; emploi de la photographie pour obtenir exactement et d'un seul coup le plan d'ensemble de la commune, par une réduction convenable du plan parcellaire; établissement d'un plan-relief exact du territoire et reproduction photographique de celui-ci sous une lumière rasante, pour faire ressortir les accidents du terrain.

Tous ces traits caractéristiques, dus à la sagacité de M. Lallemand ou à un choix judicieux de procédés qu'il avait eu l'occasion de voir à l'étranger, ont reçu la consécration de la pratique et constitueront des perfectionnements utiles pour la réfection intégrale de notre cadastre, à tant de points de vue si désirable.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

¹ Journal de l'Ecole Polytechnique, 61^e à 64^e cahiers.

¹ Revue gén. des Sciences pures appliquées, 6^e année, n^o 4, p. 136.

2° Sciences physiques

Londe (A.), *Directeur du Service photographique et radiographique à la Salpêtrière. — Traité de Radiographie et de Radioscopie. Technique et Applications médicales. — 1 vol. in-8° de 244 pages avec 113 figures. (Prix : 7 fr.)* Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1898.

Ouvrier de la première heure dans la science et la pratique radiographiques, nul plus que l'auteur ne contribua à en diffuser la connaissance par les nombreux clichés exécutés dès le commencement de l'année 1896, et mis avec une inépuisable obligeance à la disposition des confédérés ou des auteurs des premiers ouvrages publiés sur cette question, alors presque vierge. M. Londe ne s'en est pas tenu là; sans cesse sur la brèche, à l'affût des progrès de la technique à laquelle il a lui-même apporté d'utiles perfectionnements, il a vécu, pour ainsi dire, l'histoire de la radiographie dans ces trois années. L'important service de photographie médicale qu'il avait créé à la Salpêtrière devait naturellement se transformer encore sous sa direction, et comprendre bientôt une section de radiographie abondamment pourvue en appareils de premier ordre et en documents plus rares et plus précieux encore.

Ce sont ses expériences personnelles que l'auteur nous apporte dans l'élégant volume publié par la maison Gauthier-Villars. Non qu'il se limite à ce qu'il a trouvé lui-même, mais, ayant tout essayé et tout vérifié, il nous donne sur toutes choses des renseignements de première main.

Fidèle au titre choisi, M. Londe se défend de toute incursion dans la théorie et même dans l'histoire déjà longue de la découverte des rayons X. Il avait mieux à faire que de réécrire des chapitres existant dans d'autres ouvrages, et pouvait alléger d'autant son œuvre. Chose singulière, lorsqu'on feuillette les traités rétrospectifs, on les voit fourmiller de noms anglais ou allemands, alors que les noms français ne s'y trouvent que de loin en loin. Ici, le contraste est complet : les noms français dominent, et les personnes qui ont gardé le souvenir des ouvrages plus anciens pourraient penser que l'auteur élimine systématiquement les travaux étrangers. Il n'en est rien; si la science française est restée un peu trop indifférente autrefois au problème des décharges dans les gaz raréfiés, les praticiens français ont, en revanche, apporté les perfectionnements les plus importants et les plus utiles à la technique radiographique. L'auteur n'avait donc, après avoir épuisé son propre fonds, qu'à regarder autour de lui pour voir s'écrire l'histoire contemporaine des rayons X.

L'ouvrage est divisé en deux parties, l'une traitant du matériel, l'autre des applications. Dans la première, nous voyons décrits successivement les générateurs d'électricité, les transformateurs et les ampoules. Puis, dans un chapitre intitulé « Technique radiographique », nous apprenons à installer un laboratoire, à manier les ampoules, à placer en bonne position les objets à examiner, à poser suivant les épaisseurs et la nature des objets à traverser, à faire un emploi judicieux des écrans renforceurs, enfin à développer les plaques. Les détails donnés dans ce chapitre se reportent naturellement en partie sur le suivant, consacré à la radioscopie.

La deuxième partie contient les résultats. Les applications médicales des rayons X y sont au premier rang, accompagnées d'un grand nombre de radiographies pour lesquelles l'auteur n'avait que l'embaras du choix. Les applications diverses, telles que la recherche de falsifications, sont traitées plus rapidement. Enfin, pour rester au courant dans cette technique, encore en voie d'évolution, l'ouvrage se termine par une dizaine de pages d'addenda relatifs aux inventions mises au jour pendant l'impression.

L'absence de développements scientifiques sera sans doute appréciée de plus d'un lecteur, habitué à tourner

la page lorsqu'il les rencontre là où ils n'ont que faire. Superflus pour les uns, fastidieux pour les autres, ces développements, trop abondants, auraient gâté l'unité de l'ouvrage. Néanmoins, l'auteur les a peut-être trop soigneusement écartés. Une demi-page sur les radiations secondaires eût été une bonne introduction à l'emploi des écrans renforceurs, et une utile indication pour éviter le voile dû aux actions parasites. Quelques notes sur les diverses espèces de rayons X auraient montré l'importance d'un bon réglage de la pression. Ce n'est point une critique, à peine un désir.

CH.-ED. GUILLAUME,
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

Fournier H., *Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée de Besançon. — Sur quelques alcools allylés secondaires. Thèse de la Faculté des sciences de Paris.* — 1 brochure de 88 pages. Doin, imprimeur, 87, Grande Rue, Besançon, 1898.

Le travail de M. Fournier comprend la préparation et l'étude de différents alcools secondaires, qu'il obtient en traitant par le zinc un mélange de bromure d'allyle avec un aldéhyde quelconque, grasse ou aromatique.

Ces corps, qui répondent tous au type $\text{CH}^2 = \text{CH} - \text{CH}^2 - \text{CHOH} - \text{R}$, se transforment en glycérides $\text{CH}^2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}^2 - \text{CHOH} - \text{R}$ sous l'action du permanganate, conformément à la règle de Wagner, et donnent, par déshydratation, des hydrocarbures diéthyliques dont les lacunes sont naturellement situées en 1 et 3.

Il nous est impossible de résumer ici toutes les indications contenues dans ce mémoire, essentiellement descriptif; ces données trouveront place dans les traités de Chimie générale, au chapitre des alcools non saturés.

L. MAQUENNE,
Professeur au Muséum.

3° Sciences naturelles

Geikie (Sir Archibald), *Membre de la Société Royale de Londres. — Types of Scenery and their influence on Literature. — 1 brochure in-8° de 60 pages. (Prix : 2 fr. 50.)* Macmillan and Co., éditeurs. Londres, 1898.

Un éminent géologue qui a parcouru la Grande-Bretagne dans tous les sens, qui a étudié toutes les phases par lesquelles elle a passé depuis les époques géologiques les plus reculées, qui a reconstitué et décrit son histoire en un style imagé et d'une clarté remarquable, était bien qualifié pour apprécier l'influence exercée par les paysages si variés de l'Angleterre sur ses poètes et ses romanciers.

En une cinquantaine de pages, dont la lecture est pleine de charme et évoque l'histoire littéraire d'un pays qui a vu naître Shakespeare, Scott et Byron, Sir Archibald Geikie expose à grands traits la géographie physique de l'Angleterre et montre comment les écrivains ont été diversement impressionnés par les régions où ils ont vécu.

Le rapide exposé sur l'aspect général et la topographie de la Grande-Bretagne est un véritable modèle de description, par les oppositions si nettes qui y sont présentées et l'explication géologique qui y est faite presque sans qu'on s'en doute. La configuration d'un pays étant le résultat d'un état géologique ancien dans lequel sont intervenus l'influence du temps, la nature des roches qui le constituent et les mouvements qu'elles ont subi, il faut connaître l'état initial pour expliquer l'état final. C'est ce que fait M. Geikie au commencement des trois chapitres qui composent sa brochure. Il nous fait ensuite parcourir avec lui les Basses terres de l'Angleterre, formées de rides doucement ondulées, semées de vallées et de grandes plaines où Shakespeare, Milton, Cooper, Burns ont écrit leurs plus belles pages. Puis nous voici sur les Hautes terres, dans la chaîne Pennine, dans la contrée qui s'étend entre l'Angleterre et l'Ecosse, formée de collines et de hauts plateaux. Nous y entendons la voix de Washington Irving et de

Walter Scott. Mais c'est surtout dans la région montagneuse de l'Ecosse que se sont donné rendez-vous les poètes et les romanciers de la Grande Bretagne. N'est-ce pas là qu'on trouve l'infinie variété des paysages? Cette variété est due à la complexité extraordinaire de sa structure géologique. C'est la partie la plus ancienne de l'Angleterre, celle où s'élevaient jadis d'immenses montagnes que l'érosion a en partie démantelées et qui aujourd'hui est semée de restes de grands volcans. Les environs de Cader Idris, d'Arenig, de Snowdon, laissent voir de grandes coulées de matière fondue, d'anciennes cheminées volcaniques remplies de lave; le pittoresque district des lacs est formé également d'une série de collines volcaniques.

Les poèmes d'Ossian, vieux de plus d'un siècle, nous transportent en mille points de cette Ecosse pittoresque. Les principales scènes des ouvrages de Walter Scott se passent également en Ecosse. Qui ne connaît la *Dame du Lac*, *Waverley*, *Rob Roy*, etc. ?

Nous ne voulons pas insister sur l'opuscule de sir Geikie. Il nous apprend, ce que nous savions déjà, qu'un savant est parfois doublé d'un écrivain, et que le géologue dont la vie se passe en partie à admirer et à expliquer les merveilles de la nature, ne reste pas insensible à ces beautés et sait apprécier et goûter les œuvres de ceux qui les décrivent. PH. GLANGEAUX,

Collaborateur au Service
de la Carte géologique de la France.

Dubois, Rafael, *Professeur de Physiologie à l'Université de Lyon*. — *Leçons de Physiologie générale et comparée*. — 1 vol. gr. in-8° de 532 pages avec 222 figures. (Prix : 18 fr.) G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1898.

M. le Dr Raphaël Dubois, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon, a entrepris, sous le titre de *Leçons de Physiologie générale et comparée*, un exposé méthodique de ses travaux et de ses idées. Un premier volume a déjà paru; d'autres suivront successivement. L'ensemble, autant qu'on en peut juger, donnera de la science physiologique à la fin du XIX^e siècle un tableau très complet et conçu dans un esprit original et éminemment scientifique.

Physiologie générale et comparée, expression nouvelle, conception nouvelle aussi! Un pareil titre est tout un programme. Il veut dire qu'au lieu de procéder comme l'ont toujours fait les physiologistes médecins, au lieu de nous placer en face de l'homme et de rechercher directement en lui, dans sa machine si compliquée, l'explication des phénomènes de la vie, nous devons embrasser dans nos études toute la série des êtres, animaux et végétaux, et particulièrement ceux chez qui, en raison d'une plus grande simplicité d'organisation, les lois biologiques, qui sont après tout les mêmes partout, se laissent plus facilement que chez l'homme saisir par notre observation et notre expérimentation. M. Dubois n'est sans doute pas l'inventeur de cette tactique nouvelle dans la recherche physiologique. Mais il est un des premiers qui en aient deviné la valeur et pressenti l'avenir, un des premiers qui l'aient appliquée et qui lui aient dû de remarquables travaux, le premier peut-être qui l'ait généralisée, qui en ait fait, en quelque sorte, un dogme, et qui l'ait systématiquement transportée dans l'enseignement.

Deux exemples feront comprendre l'utilité de cette méthode. La calorification est un ensemble singulièrement complexe de phénomènes, en rapport avec la nutrition, la circulation, la respiration, le fonctionnement des centres nerveux. Comment espérer en saisir les causes profondes et en débrouiller les lois compliquées, chez l'homme ou chez les animaux voisins de l'homme, dont la vie pour ainsi dire ne s'arrête jamais, sinon pendant le sommeil, sommeil trop court pour permettre aux phénomènes intimes qui se passent dans les tissus de cesser complètement en reprenant ensuite peu à peu, successivement, avec une simplicité qui les rende à ce moment accessibles à nos recherches? Mais

les animaux hibernants sont là, dont le sommeil de plusieurs mois et le lent réveil nous donnent un accès facile jusqu'aux sources de chaleur que l'observateur voit, pour ainsi parler, s'allumer et s'éteindre tour à tour sous ses yeux. Si le problème de la calorification animale est en grande partie résolu, on le doit sans conteste aux recherches expérimentales de M. Dubois sur la marmotte.

Preons un autre exemple. Certains épithéliums sont susceptibles d'être impressionnés par la lumière en donnant naissance au phénomène de la vision. Depuis longtemps déjà on pressentait que cette vision n'est qu'une forme très délicate et très différenciée du tact. La question est d'importance; elle n'est autre que celle de l'unité primordiale des organes et des fonctions. Malheureusement, les termes intermédiaires manquant, on ne savait comment passer du tact à la vision, d'un des plus grossiers au plus délicat de nos sens. L'étude de l'homme ne pouvait donner la solution du problème; chez l'homme, en effet, au cours de l'évolution, les deux fonctions se sont séparées trop nettement pour pouvoir être aujourd'hui mises en parallèle. Ici encore la physiologie comparée a dit le dernier mot; et M. Dubois, par ses ingénieuses expériences sur la pholade dactyle, a montré dans la fonction dermatoptique, dans les propriétés phototactiles de l'épithélium externe du siphon de ce mollusque, une forme inférieure et comme l'origine du sens très différencié, très spécialisé de la vision. Les résultats expérimentaux ont permis à M. Dubois d'édifier une théorie originale du mécanisme visuel, dont l'exactitude se trouve de nouveau confirmée par les récentes recherches qu'elles ont sans doute inspirées à M. Charpentier, de Nancy.

On conçoit aisément quelle peut être la fécondité d'une méthode fondée, pour chaque ordre de phénomènes, sur l'étude d'un être particulièrement accessible à notre observation et pouvant ainsi servir de point de départ à des comparaisons fructueuses. Déjà de nombreux résultats, un peu fragmentaires encore, sont acquis; et les travaux de MM. Conveur, Guénot, Frédéricq, Kovalevski, Plateau — j'en passe et d'excellents — peuvent faire augurer de l'avenir de la Physiologie comparée, qui rendra sans aucun doute à la Physiologie les mêmes services que l'Anatomie comparée a rendus à la Zoologie.

Un autre titre original, et de grande conséquence aussi, de la méthode de M. Dubois mérite d'être signalé. M. Dubois, qui est physicien en même temps que biologiste, a toujours été préoccupé, à juste titre, non seulement d'assurer l'indépendance de la Physiologie vis-à-vis des sciences zoologiques et médicales, mais encore de la rattacher, au moins pour l'avenir, aux sciences exactes, comme la Physique et la Mécanique. Toute conclusion en ce sens serait sans doute aujourd'hui prématurée, mais la direction est donnée. De même que la Mécanique est le dernier mot de la Physique, de même une mécanique vitale, une *biomécanique*, dit M. Dubois, sera un jour l'explication dernière des phénomènes biologiques. Comment, en effet, nier que la matière vivante, le *bioprotéon*, comme dit encore M. Dubois, soit au même titre et plus encore que la matière brute, productrice, modificatrice et consommatrice d'énergie? Il est superflu d'insister sur la valeur scientifique d'une telle conception, d'où est sorti tout naturellement le plan des *Leçons de Physiologie*.

Pour M. Dubois, les êtres vivants empruntent, transforment, rayonnent de l'énergie. Ils empruntent l'énergie soit à l'hérédité (*énergie ancestrale*), soit au milieu ambiant (*énergie compensatrice*), et, après de multiples transformations, ils la rendent au *cosmos* sous des formes diverses : lumière, électricité, chaleur, son, énergie active, pensée. Ces conceptions sont trop récentes pour ne pas être encore un peu vagues; mais un jour sans doute, quand le bilan des entrées et des sorties aura été exactement dressé, on pourra construire, sur des fondements mathématiques, une *dynamique vitale*, et l'on cessera, pour expliquer les phénomènes de la vie,

de faire appel aux principes abstraits et aux forces occultes qui, encore aujourd'hui, ébranlent et paralysent la Science.

Cette exposition des idées fondamentales de l'auteur était nécessaire, au début d'une œuvre qui se réclame d'un esprit nouveau, en même temps que de méthodes nouvelles d'exposition. Nous serons plus bref dans l'analyse du premier volume paru.

L'ouvrage est divisé en deux parties. La première traite des phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux. La composition chimique des êtres vivants, les milieux physiologiques, les *zymases* ou ferments solubles, l'organisation physique de la substance vivante, les fonctions de nutrition, de reproduction et de relation sont successivement passés en revue, au cours d'un exposé où abondent, parfois un peu semées au hasard, les vues personnelles. Notons-en quelques-unes au passage. M. Dubois considère les *zymases* comme des particules infinitésimales de matière vivante, de bioprotéon; le fossé qui séparerait les ferments figurés des ferments solubles se trouve comblé; et cette manière de voir, encore un peu hypothétique, est défendue par des arguments tout au moins très impressionnants. La nutrition nous apparaît sous un jour nouveau; l'origine de certaines substances, comme le glycogène et le sucre, se trouve expliquée d'une façon originale en même temps que le jeu des actions réciproques des corps dans les profondeurs de l'organisme est élucidé d'une manière plus satisfaisante que dans les théories actuellement en vigueur. En ce qui concerne les fonctions de relation, M. Dubois a conçu et soutient, avec une grande force d'argumentation, une théorie nouvelle du mécanisme des sensations et des fonctions psychiques, une théorie nouvelle sur les anesthésiques¹, sur le sommeil, sur la mort. Pour ce qui est de l'eau enfin, le rôle incomparable de ce liquide dans l'organisme est mis nettement en lumière et la vie se montre à nos yeux beaucoup moins comme une oxydation que comme une hydratation continue et progressive. Cette première partie se termine par une comparaison, de haute portée philosophique, entre les phénomènes physico-chimiques et les phénomènes physiologiques; M. Dubois y montre très-bien qu'en l'état actuel de la science les lois purement physiques ou chimiques ne suffisent pas à expliquer la vie. Il faut regretter seulement que l'auteur n'insiste pas assez sur le caractère *peut-être transitoire* de ce dualisme des causes naturelles.

La seconde partie de l'ouvrage commence par la photogénèse, l'étude de l'énergie rayonnée par les êtres vivants. Il eût été plus logique sans doute de parler d'abord de l'énergie acquise; car l'être vivant n'est qu'un transformateur et se contente de rendre, après modifications, ce qu'il a lui-même emprunté. Mais l'ordre que suit M. Dubois est du moins conforme aux méthodes de la recherche scientifique et se réclame du vieux principe : *Aller du plus facile au plus difficile*. En abordant la photogénèse, M. Dubois prenait pied sur son domaine propre; l'étude de la production de la lumière par les animaux et les végétaux est son œuvre personnelle et en quelque manière sa création. Tous les physiologistes connaissent ses beaux travaux sur la phalade dactyle et le pyrophore noctiluaque. Ils en trouveront ici un résumé et une synthèse et ils reliront avec intérêt l'explication, qu'après une longue série d'expériences délicates, il a donnée de la fonction photogénique².

Telle est la matière du premier volume des *Leçons de Physiologie*. L'exposé que nous en avons fait, et que le manque de place nous a obligé à regret d'écourter, suffit à montrer le grand mérite du travail de M. Dubois et la haute valeur d'une œuvre qui s'annonce comme magistrale.

PAUL PRIVAT-DESCHANEL.

4° Sciences médicales

Sanarelli (J.), Directeur de l'Institut d'Hygiène expérimentale à Montevideo. — *La Fièvre jaune*. — 1 brochure in-8° de 36 pages de l'Œuvre médico-chirurgicale. (Prix : 1 fr. 25.) Masson et Cie, éditeurs. Paris, 1898.

Cette monographie tire une grande part de son intérêt de ce qu'elle a pour auteur l'inventeur même du bacille spécifique de la fièvre jaune, du bacille icteroïde.

La fièvre jaune a trois foyers principaux : le golfe du Mexique et les Antilles ; le Brésil ; le golfe de Guinée. Sa fixation endémique est facilitée par les eaux marines, la chaleur et l'humidité. Les épidémies se manifestent surtout pendant les saisons chaudes et pluvieuses. Elles se développent de préférence dans les bas quartiers. La fièvre jaune frappe indistinctement tous les individus, sauf ceux de race noire dont l'immunité est presque absolue.

La description du microbe comporte, dans l'ouvrage, certains développements. C'est un bâtonnet à extrémités arrondies, souvent accolé, de 2 à 4 μ de long sur 1 à 2 μ de large. Il est de culture aisée sur les milieux habituels, facilement colorable, ne gardant pas le gramme. Il est muni de 4-8 cils vibratiles. Il donne de très faibles quantités d'indol. Il est anaérobie facultatif. Les principaux caractères de ses colonies sur les milieux solides sont, à partir du cinquième jour, de devenir opaques, puis noirs. Sur la gélose, elles prennent un aspect spécial. Elles s'entourent d'un bourrelet nacré qui leur donne l'apparence d'un seau de cire à cacheter. De ce bourrelet partent plus tard des filaments réticulés.

Le bacille icteroïde est souvent associé à d'autres microbes. Il se trouve dans le sang et les organes qui, dans la fièvre jaune, sont les plus lésés, comme le foie et les reins. Il y produit des lésions cellulaires considérables contenant des amas de microbes agglomérés dans les dilatactions capillaires.

Les oiseaux sont réfractaires à l'infection amarille, mais tous les mammifères y sont sensibles. Elle détermine chez eux une septicémie mortelle, dont les lésions capitales sont la dégénérescence graisseuse extrême du foie et des reins et parfois de la gastro-entérite hémorragique.

Le bacille icteroïde n'est pas en nombre infini dans l'organisme qu'il atteint, contrairement à ce qui a lieu pour nombre d'infections septiques. Mais comme il manifeste néanmoins une virulence très intense, il y a lieu de supposer qu'il tue par l'intermédiaire d'un poison spécifique très actif, à l'instar de la diphtérie et du tétanos. M. Sanarelli a pu reproduire une fièvre jaune expérimentale par l'injection de cette toxine.

À signaler enfin le chapitre relatif à la contagion et à la prophylaxie qui contient des détails très intéressants, tels que l'influence des moisissures sur le développement du bacille icteroïde, et les pratiques de sérothérapie réalisées par l'auteur. D' A. LÉTIENNE.

Merklen (Prosper), Interne des Hôpitaux de Paris. — *La Tuberculose et son traitement hygiénique*. — 1 vol. in-32 de la Bibliothèque utile. (Prix, broché : 60 cent.; cart. : 1 fr.) F. Alcan, éditeur. Paris, 1898.

Cet petit livre fait partie de la Bibliothèque utile publiée par Alcan. Il contient, sous une forme familière et assimilable, les notions aujourd'hui admises par tous les médecins, après les travaux de Barenberg et de Sabourin, sur le traitement hygiénique de la tuberculose. Il examine avec soin les mesures prophylactiques à opposer à la propagation croissante de cette redoutable maladie. Enfin il aboutit à cette conclusion consolante que la plitisie pulmonaire est une affection le plus souvent curable sous la triple et fondamentale action du repos, du grand air et d'une alimentation substantielle, que l'on aidera de quelques moyens médicamenteux choisis avec discernement et employés avec discrétion. D' GABRIEL MAURANGE.

¹ *Anesthésie physiologique et ses applications*. Paris, Carré, éditeur, 1894.

² Voir aussi la *Revue* des 15 juin et 30 juillet 1894.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 Novembre 1898.

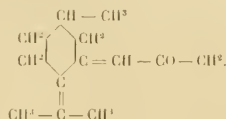
1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Bigourdan décrit une méthode différentielle propre à déterminer les variations de la latitude et la constante de l'aberration. Une lunette vise le nadir sur un bain de mercure qui réfléchit à la fois dans la lunette l'image du zénith et l'image des étoiles voisines du zénith. Cette lunette est munie d'un micromètre dont la vis, placée dans le méridien, permet de mesurer les distances zénithales au moment de la culmination. Ce procédé est exempt de la plupart des causes d'erreur des autres méthodes.

— M. MAURICE HAMY a appliqué aux astres faibles la méthode de Fizeau-Michelson pour la détermination des diamètres. Elle consiste à couvrir l'objectif d'un écran percé de deux fentes parallèles, produisant au foyer des franges d'interférence, et à déterminer la distance des fentes qui correspond à l'évanouissement des franges. Pour les astres faibles, la quantité de lumière étant minime, il faut augmenter la largeur des fentes; la formule varie et on n'observe plus que les franges immédiatement voisines de la frange centrale.

— M. E. Goursat indique quelques nouveaux types d'équations aux dérivées partielles du second ordre intégrables par la méthode de M. Darboux. — M. Tzitzeica présente une note sur quelques propriétés nouvelles des systèmes orthogonaux. — M. G. Humbert étudie le problème général de la multiplication complexe des fonctions abéliennes. — M. J. Boussinesq détermine la relation qui existe, dans la bicyclette roulant sur un sol horizontal, entre le mouvement de progression et le mouvement d'inclinaison.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Leduc a déterminé l'équivalent mécanique de la calorie par la méthode de R. Mayer, basée sur la chaleur spécifique des gaz. Il montre que les écarts importants obtenus par les précédents expérimentateurs sont dus aux grandes difficultés que l'on rencontre dans la mesure de C. En appliquant à l'air les valeurs de γ qu'il a calculées, l'auteur supprime une partie des erreurs et arrive au résultat assez approché de 427 kilogrammètres. — M. Piot-Bey signale que le phénomène du rayon vert est d'une observation courante dans toute la Basse-Egypte. Il est même vraisemblable, d'après certaines inscriptions hiéroglyphiques, que les anciens Egyptiens le connaissaient déjà. — MM. G. Wyrouboff et A. Verneuil ont constaté que les oxydes des terres rares sont caractérisés par deux propriétés remarquables : leur faculté de se polymériser avec une excessive facilité et leur tendance à former entre eux des combinaisons très stables aboutissant à des oxydes complexes, également polymérisables. L'oxyde céroso-cérique, par exemple, existe à trois degrés de polymérisation : $(\text{CeO}_4)^+$, $(\text{CeO}_4)^{+20}$ et $(\text{CeO}_4)^{+200}$. Il en est de même pour un grand nombre d'oxydes des terres rares et d'oxydes de la famille du fer. — M. A. de Gramont communique les résultats de l'observation des spectres de l'aluminium, du tellure et du sélénium. Il a éliminé un certain nombre de raies signalées par M. Thalen et qui appartiennent, en réalité, à des impuretés, comme l'air, le silicium et le cuivre. — MM. Cazeneuve et Moreau, en chauffant à l'ébullition pendant deux heures 4 molécules de tétrahydroquinoline avec 1 molécule de carbonate phénolique, ont obtenu les aréthane phénolique, phénylique orthochloré, gaaicofolique et naphthalique α et β . Dans les mêmes conditions, ils ont épuisé avec les trois carbonates crésyliques et le

carbonate de thymol. -- M. Ph. Barbier, en faisant réagir l'acétylacétate d'éthyle sur la pulégone, a obtenu la pulégénacétone, de formule :



C'est un corps cristallisé, fusible à 72-73°, donnant une oxime cristallisable. — M. Léo Vignon a étudié l'action d'une solution aqueuse de potasse sur l'oxynitrocellulose; il a obtenu de l'acide oxypyruvique. L'auteur déduit de toutes ses recherches que la cellulose du colon serait un alcool triatomique, les oxycelluloses des alcools triatomiques de moindre condensation ayant en outre des fonctions aldéhydes et acides. — MM. Adrian et A. Trillat ont trouvé, dans les résidus de l'extract alcoolique d'*Artemisia absinthium*, un nouveau corps, qui se distingue nettement de l'absinthine. Il cristallise en aiguilles jaune paille, insolubles dans l'eau et l'éther, solubles dans l'alcool amylique, le chloroforme, l'acétone, la benzine, les acides concentrés à froid. Il possède la formule $C^{83}H^{100}O^{20}$ ou $^{32}H^{40}O^{20}$; c'est un corps indifférent; il contient au moins un noyau aromatique et sa molécule semble susceptible d'une condensation interne. — M. Baland a déterminé la composition et la valeur alimentaire d'un grand nombre de fromages. Si l'on prend, par exemple, le gruyère, on trouve que 100 grammes de ce fromage contiennent, sous une forme concrète, autant de matières grasses et azotées qu'un litre de lait, soit plus de substances nutritives qu'il n'y en a dans 250 grammes de viande fraîche à 75 %, d'eau. Ce fromage pourrait jouer un rôle important dans l'alimentation de l'armée. — M. E. Lacroix décrit diverses mesures pour éviter les collisions des navires en temps de brouillard. Elles reposent sur la production de sons puissants dans l'air et dans l'eau et sur l'observation des sons produits.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. L. Matruchot a constaté que, chez certains Champignons, les pigments excrétés au dehors des cellules sont susceptibles de se fixer sur le protoplasma d'autres organismes vivants et d'en déceler partiellement la structure. Ce procédé de coloration, appliqué en particulier à diverses Mucorinées, a conduit l'auteur aux mêmes résultats que l'emploi des pigments bactériens en nature. — MM. E. C. Teódoresco et H. Coupin ont étudié l'influence des anesthésiques sur la formation de la chlorophylle : 1^o les anesthésiques, employés à une dose convenable et pendant un temps déterminé, empêchent la production de la chlorophylle chez les plantes étiolées exposées à la lumière; 2^o employés à une dose plus faible que celle qui s'oppose à la production de la chlorophylle, ils diminuent considérablement le verdissement des plantes; 3^o les doses d'un même anesthésique qui produisent le maximum d'action sans tuer la plante varient avec les espèces végétales, mais dans des limites assez peu éloignées. — M. Paul Jaccard communique une étude sur la flore des hauts bassins de la Sallanche et du Trient. Il montre l'influence de l'exposition, de la déclivité du sol et de la concurrence entre les espèces dans la distribution florale et dans la présence des diverses associations végétales. — M. Joseph Perraud a recherché quelques moyens permettant d'augmenter l'adulcescence des bouillies curiques. De toutes les sub-

stances employées, la colophane s'est montrée incomparablement supérieure; viennent ensuite, par ordre de mérite: le savon, le silicate de potasse, la mélasse, la gomme adragant, la colle forte. La faculté d'adhérence des boutilles cupriques est beaucoup plus faible pour les raisins que pour les feuilles de vigne; la colophane augmente surtout l'adhérence vis-à-vis des raisins. — M. G. Vasseur a découvert quatre horizons fossilifères dans la série des couches de Vitrolles: la faune de Rognac (*Bacina*) se maintient dans les parties les plus inférieures de cette série. L'auteur en déduit que la série des couches rutilantes de Vitrolles appartient, par ses assises inférieures, au terrain crétacé, tandis que sa division supérieure doit être rapportée au terrain éocène.

Séance du 5 Décembre 1898.

M. Marsh est élu Correspondant dans la Section de Minéralogie.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Bigourdan indique une méthode simple et rapide pour la prédiction des occultations d'étoiles par la Lune et pour le calcul des longitudes terrestres au moyen de ces occultations. — MM. H. Renan, J. Perchot et W. Ebert communiquent les résultats numériques qu'ils ont obtenus pour la latitude de l'Observatoire de Paris d'après les observations faites selon la méthode de M. Lewy. La latitude du centre du grand cercle méridien doit être considérée comme égale à $48^{\circ}50'12''.35$. — M. Hanksy a déterminé la valeur de la pesanteur au sommet du mont Blanc, aux Grands-Mulets, au Brévent, à Chamonix et à Meudon, au moyen de l'appareil de Sternek. Voici les résultats obtenus pour g : Sommet: $9^m,79472$; Grands-Mulets: $9^m,79999$; Brévent: $9^m,80036$; Chamonix: $9^m,80394$; Observatoire de Meudon: $9^m,80990$. — M. Paul Painlevé cherche à déterminer explicitement, parmi toutes les équations $y'' = R(y', y, x)$, où R est rationnel en y' , algébrique en y , et analytique en x , celles qui ont leurs points singuliers fixes. — M. Le Roy démontre le théorème suivant: Si le coefficient z_n (fonction analytique de n holomorphe pour toutes les valeurs de n dont la partie réelle est supérieure à $\frac{1}{2}$) est holomorphe dans un angle (si petit qu'il soit) contenant à son intérieur la partie positive de l'axe OX et si la série $\sum z_n x^n$ conserve le même cercle de convergence (de rayon 1) quand on remplace n par l'affixe d'un point situé dans l'angle précédent, la série en question ne peut avoir de points singuliers que sur la partie $(+1, +\infty)$ de OX . — M. Ch.-J. de la Vallée Poussin indique la solution générale du problème de la réduction des intégrales doubles, dans une aire limitée T . — M. J. Boussinesq poursuit l'exposé de la théorie de la bicyclette. Il montre que de petits chocs transversaux, tendant au renversement de la machine, pourrnt, à une allure suffisamment rapide, être corrigés sans dérangement appréciable grâce à la manœuvre du guidon, qui finira par devenir instinctive dans la main du cavalier.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Becquerel a cherché à mettre en évidence la dispersion anormale dans les vapeurs incandescentes. Il y est arrivé en se servant du dispositif de M. Kundt, qui consiste à faire traverser par un faisceau de lumière deux prismes croisés à angle droit. Pour réaliser deux prismes de vapeurs incandescentes, il a placé dans la flamme d'un brûleur à gaz ordinaire une petite gouttière horizontale en platine, formée d'une lame coudée à angle droit, et dans laquelle on place la substance à volatiliser. La flamme se divise alors en deux parties, et à sa partie supérieure elle affecte la forme de deux prismes. Avec ce dispositif, on peut étudier et mesurer complètement la dispersion anormale. — MM. D. Macoluso et O.-M. Corbino, en réponse à une précédente communication de M. H. Becquerel, pensent que les analogies que ce der-

nier veut établir entre leurs expériences, celles de M. Cosson et sa propre théorie ne sont pas très justifiées. — M. H. Becquerel répond en renvoyant au travail qu'il a présenté ci-dessus. — M. A. Cosson a répété l'expérience de l'absorption dans un champ magnétique en ayant soin d'envoyer le faisceau lumineux *perpendiculairement* aux lignes de force. Cette disposition a l'avantage d'écartier les effets de polarisation rotatoire magnétique et de laisser subsister seul l'effet Zeeman. L'auteur a vérifié par ce moyen que l'hypozolite (peroxyde d'azote) présente bien l'effet Zeeman. — M. Albert Turpain, à la suite d'une étude comparative du champ hertzien dans l'air et dans l'eau, a été amené à formuler les conclusions suivantes: 1^{re} les longueurs d'onde des oscillations électriques qui excitent un résonnateur donné, placé dans la position II, sont les mêmes dans l'air et dans un diélectrique; 2^o pour les oscillations qui excitent le résonnateur dans la position I, le rapport de la longueur d'onde dans l'air à la longueur d'onde dans un diélectrique est égal à la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique du diélectrique. — M. A. Blondel décrit un hystérésimètre qu'il a construit avec le concours de M. Carpentier. Il consiste essentiellement en un champ magnétique, dans lequel est suspendu un anneau de tôles, tournant autour de l'axe de cet anneau. La torsion de l'anneau est équilibrée par celle d'un ressort antagoniste, laquelle peut être mesurée. Cet appareil donne des chiffres tout à fait comparables à ceux obtenus par la méthode balistique. — M. J. Violle répond à une remarque antérieure de M. A. Leduc. Ce dernier prétend qu'on ne peut déduire la vitesse du son dans l'air sec à 0^{de} des expériences de M. Violle, celles-ci ayant été faites dans l'air saturé d'humidité et la correction relative à la compressibilité étant des plus incertaines. M. Violle montre, au contraire, que la correction se calcule aisément, qu'elle ne dépasse pas 12 centimètres et qu'il n'y a pas lieu d'en tenir compte actuellement, l'effet des parois ne pouvant être éliminé exactement. — M. F. Dussaud a cherché à déterminer dans quelles conditions le rendement de la transmission du son au moyen d'un fil conducteur de l'électricité est maximum. Il a reconnu qu'il vaut mieux répartir le courant de la ligne sur plusieurs membranes et qu'il est préférable de recueillir l'air ébranlé des deux côtés des membranes. — M. M. Berthelot a réalisé de nouveau la synthèse du phénol à partir de l'acétylène très pur, tel qu'on peut l'obtenir du carbure de calcium. L'acétylène est dirigé lentement à travers de l'acide sulfurique, renfermant un tiers d'anhydride, pendant dix-huit heures. On sature par la potasse et on sépare un acétylène-sulfonate de potasse amorphe, qui, chauffé avec de l'hydrate de potasse vers 200^o au sein d'une atmosphère d'hydrogène, puis distillé après addition d'acide sulfurique, donne du phénol. — M. H. Moissan, par l'action des métaux-ammoniums sur l'acétylène, a obtenu les acétylures acétyléniques suivants: C_2K^+ , C_2H^+ ; C_2Na^+ , C_2H^+ ; C_2Li^+ , C_2H^+ , $2AZH^+$; C_2Ca , C_2H^+ , $4AZH^+$. Tous ces composés se dissocient et laissent les carbures ou acétylures correspondants. Dans ces réactions des métaux-ammoniums sur l'acétylène, il se produit une hydrogénation de ce dernier et on recueille de l'éthylène. Ces combinaisons acétyléniques des carbures sont solubles dans l'ammoniac, propriété qui permettra de les faire réagir à basse température avec les chlorures et iodures métalliques solubles dans le même gaz. — M. H. Moissan a constaté que le carbure de calcium absolument pur est blanc et transparent; lorsqu'il est marron et d'apparence mordorée, cet aspect doit être attribué à la présence du fer. Une trace de métal suffit pour produire cette coloration. — M. A. Ditte a étudié les propriétés de l'aluminium. Ce métal réagit avec facilité sur la plupart des agents chimiques, conformément à la nature thermochimique de ses combinaisons; mais il est remarquable par l'opposition frappante qui existe entre ses qualités réelles et ses propriétés apparentes. Grâce à la facilité extrême avec laquelle il se recouvre de couches protectrices

gazeuses ou solides, il n'y a entre lui et les liquides dans lesquels on le plonge qu'un contact extrêmement imparfait, si bien que, dans les conditions habituelles, ceux-ci ne réagissent qu'avec une lenteur excessive et paraissent n'avoir pas d'action. Cependant, l'altération de l'aluminium est très sensible dans d'autres circonstances, spécialement en présence de sel marin et d'un acide libre. — M. Albert Colson montre que l'hydrogène déplace l'argent et le cuivre de leurs composés secs. Cette réaction pourrait être réversible, puisque la substitution de ces métaux à l'hydrogène est endothermique; elle ne l'est pas, parce que l'absorption de l'hydrogène augmente avec la température. — M. G. Denigès décrit une nouvelle méthode de dosage de l'acétone, pouvant s'appliquer à de très faibles quantités de ce corps, et basée sur la réaction qu'il donne avec le sulfate mercurique employé en grand excès. Le composé formé, desséché dans le vide, a une composition rigoureusement fixe. — M. R. Lespiau a fait réagir l'acide cyanhydrique sur l'épichlorhydrine et a constaté que le nitrile qui se forme possède vraisemblablement la formule $\text{CHCl} \cdot \text{CH} \cdot \text{OH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CN}$.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. L. Ranvier a étudié la nature et la répartition de la matière grasse de la couche cornée de l'épiderme chez l'homme et les mammifères. Cette matière grasse est tout à fait comparable à la cire d'abeilles; elle se colore en noir sous l'influence de l'acide osmique. Elle est renfermée dans des utricules, déformés par pression réciproque, ayant une enveloppe résistante et formant ensemble la couche cornée. — M. Ed. Grynfeltt montre que, comme chez l'homme, le muscle dilateur de la pupille chez le lapin provient de la transformation des cellules épithéliales de la lame antérieure de la vésicule optique secondaire. — M. Armand Sabatier montre, par l'étude comparée des dispositions squelettiques des ceintures et des membres chez les Sélaciens et les Téléostéens, que les deux groupes de Poissons ci-dessus ne représentent pas, dans le champ évolutif, des types successifs, mais des formes divergentes pouvant provenir d'un type commun à dispositions squelettiques moins modifiées. — MM. A. Dastre et N. Floresco ont fait l'étude du foie dans toute la série des Invertébrés. Après avoir rappelé les caractères qui différencient les foies des Vertébrés et des Invertébrés au point de vue physiologique, ils montrent qu'au point de vue des pigments hépatiques l'analogie est complète dans toute la série animale. Le foie présente partout les deux mêmes pigments, la ferrine et le cholochrome. — M. Leclerc du Sablon a étudié la digestion de l'amidon dans les plantes, soit en analysant des bulbes et tubercules à diverses reprises durant la période de digestion des réserves, soit en les écrasant à une période déterminée et en laissant se poursuivre l'action des diastases ainsi mises en liberté. Il a reconnu que la transformation des matières amylacées ne s'arrête pas à la formation d'un saccharose, mais se continue jusqu'à celle de glucose directement assimilable. — M. E. Demoussy a constaté que, lorsque des végétaux sont enracinés dans des solutions complexes, ils ne prennent plus indifféremment les divers éléments contenus dans les liquides, comme le fait se produit lorsque les éléments leur sont offerts isolément. Ils exercent une absorption sélective, ils font un choix entre les matières dissoutes; ainsi, l'azote nitrique est pris de préférence au chlore, le potassium de préférence au sodium. — M. Ed. Grifon a étudié l'assimilation chlorophyllienne chez les Orchidées terrestres. Au point de vue de l'assimilation du carbone, elles présentent tous les intermédiaires, depuis les espèces vertes dépourvues de mycorhizes, comme l'*Epipactis*, qui tirent tout leur carbone de l'air, jusqu'aux espèces décolorées, qui sont entièrement saprophytes et dont les racines, vivant en symbiose, tirent de l'humus leur nutrition. Le *Lindorhyn abortivum*, quoique vert, se rapproche de cette dernière classe. — M. Henri Coupin a déterminé la toxicité des composés chromés à l'égard des végétaux

supérieurs. Le chrome est surtout toxique à l'état d'acide chromique, libre ou combiné. L'acide libre est plus toxique que les bichromates et ceux-ci plus que les chromates. — M. Joseph Perraud indique le moyen de préparer la bouillie à la colophane qu'il utilise pour le sulfatage des grappes. La colophane étant insoluble dans l'eau, doit être préalablement dissoute à chaud dans une solution à 25 % de carbonate de soude, puis ajoutée à la solution cuivrée qu'on neutralise ensuite avec de la soude. Cette bouillie est la plus adhérente et retient le plus de cuivre soluble sur les raisins.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 22 Novembre 1898.

M. Laveran présente un rapport sur un travail du Dr Triantaphyllidis, intitulé : *De quelques troubles pathologiques de l'appareil respiratoire*. Le paludisme à Batoum est très fréquent et il n'est pas douteux qu'il ne soit souvent à l'origine de certains troubles respiratoires : bronchite, congestion, toux, etc. Mais l'hypothèse d'une diathèse palustre, émise par l'auteur, ne doit être accueillie qu'avec certaines réserves. — M. Marey analyse un mémoire de M. Marage sur la voix des sourds-muets. Ceux-ci, au début de leur éducation, présentent le type de voix supra-laryngienne; il est difficile de les faire parler aussi avec la voix laryngienne, comme tout le monde, car ils ne s'entendent pas parler. Il faut donc développer avant tout leur acuité auditive. — M. E. Lancereux présente un rapport sur un mémoire de M. E. de Cyon relatif au traitement de l'acromégalie par l'hypophyse. L'auteur, ayant constaté chez un acromégalique des troubles de l'intelligence, des douleurs céphaliques et des irrégularités du fonctionnement du cœur résultant irréfutablement de la mise hors fonction de l'hypophyse, a traité celui-ci par l'hypophyse extraite de cette glande, mais a obtenu des résultats négatifs. Il reconnaît que si l'organothérapie par l'hypophyse peut suppléer à la fonction chimique de cette glande, elle ne modifie en rien sa fonction mécanique, et il conclut que le champ d'action de l'organothérapie doit être limité. — M. Cornil lit le rapport sur le concours du Prix Daudet. — M. Roux lit le rapport sur le concours du Prix Portal et celui sur le Prix Andiffred. — M. Marty lit le rapport sur le concours du Prix Larrey. — M. Léon Labbé vient confirmer les conclusions d'une précédente communication de M. Dieulafoy sur l'appendicite et engager les chirurgiens à opérer de très bonne heure dans cette maladie.

Séance du 29 Novembre 1898.

M. Guyon lit le rapport sur le concours du Prix Tremblay. — M. J.-V. Laborde a constaté que l'ablation complète du cordon sympathique cervical avec ses trois ganglions supérieur, moyen, inférieur, n'exerce aucune influence appréciable sur l'épilepsie expérimentale confirmée. — MM. Lancereux et Pauleos ont pratiqué de nouvelles expériences pour démontrer l'absorption des solutions de gélatine injectées dans le péritoine. Le liquide qui reste après quelques heures ne renferme que peu de gélatine, mais, par contre, de l'albumine et de la fibrine. Si on lave les parois de l'abdomen pour dissoudre la gélatine qui aurait pu y rester adhérente, on trouve de même que le liquide de lavage contient peu de gélatine, avec de l'albumine et de la fibrine. — M. Hayem ajoute qu'il a démontré autrefois qu'une substance injectée dans la cavité péritonéale peut passer en nature dans le sang sans qu'il soit nécessaire, pour expliquer ce passage, d'invoquer une dissolution ou une dialyse.

Séance du 6 Décembre 1898.

M. Cornil donne lecture du discours qu'il a prononcé, au nom de l'Académie, à l'inauguration du monument élevé à Charcot. — M. Landouzy lit le rapport sur le concours du Prix Louis. — M. Lucas-Championnière

a employé l'eau oxygénée comme antiseptique dans des cas de plaies suppurantes qui avaient résisté à tous les autres agents et il a obtenu des résultats vraiment merveilleux. Il a étendu l'emploi de l'eau oxygénée à la pratique obstétricale et a obtenu de bons résultats. Tous les phénomènes septiques sont rapidement arrêtés; l'eau oxygénée doit probablement son action à une puissance particulière d'imprégnation des tissus. — M. le Dr Chavernac lit une note sur un nouveau brandard.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 19 Novembre 1898.

M. Roger est parvenu à transmettre aux Gallinacés la tuberculose humaine. Il injecte au préalable du sérum de cheval à diverses reprises à des poules, puis des cultures tuberculeuses. Au bout de quelque temps, toutes présentent des lésions tuberculeuses et plusieurs périssent. — M. Martin, après avoir fait chez des animaux des injections tuberculeuses sous-arachnoïdiennes, a vu survenir la mort avant la formation de tubercules dans les méninges. Il attribue les phénomènes morbides à un poison sécrété par les bacilles, poison qui a pu obtenir par des cultures sur pomme de terre. — M. Laveran fait ressortir l'intérêt de ces expériences, qui expliquent certaines méningites humaines ou, à l'autopsie, on trouve à peine quelques granulations. — M. Dominici a recherché chez l'homme les hématies nucléées qui existent dans le sang des lapins infectés; il les a retrouvées dans la moelle osseuse d'adultes infectés, mais elles ne paraissent pas gâcher les vaisseaux. — M. Foveau de Courmelles décrit un dispositif radiographique qui comporte l'emploi d'une bobine de Ruhmkorff de 50 centimètres d'étincelle. Par l'arrangement des connexions, on obtient dans l'ampoule des décharges d'une innocuité parfaite; les tubes peuvent être introduits dans la bouche, le vagin, le rectum sans provoquer de sensations désagréables. — MM. Theohari et Stanculeanu ont étudié l'état de la glande lacrymale dans le rhume chronique; dans un cas, il y avait de l'adénome; dans cinq autres, des lésions dégénératives. — M. Féré a greffé des embryons sur des poules; les tumeurs ont persisté trois ans et l'une contenait des plumes.

Séance du 26 Novembre 1898.

MM. Roger et Josué ont cherché si des corps de composition chimique analogue à celle de la névrine neutralisent de même la toxine tétanique. Le chlorhydrate de bétaine leur a donné des résultats très satisfaisants; un centigramme neutralise un quart de goutte de toxine. Mais comme ce corps est lui-même toxique, on ne peut dépasser une dose de 12 à 13 centigrammes. — MM. Nobécourt et Vidal montrent que le coli-bacille n'est pas l'agent des infections gastro-intestinales des jeunes enfants. En effet, le sérum des malades n'agglutine pas les coli-bacilles isolés des selles. — M. Marmorek étudie les milieux de culture du streptocoque et trouve qu'il ne se développe que dans des bouillons neufs. — M. Retterer développe ses recherches sur la muqueuse endo préputiale du chien. — M. Brocard a étudié la glycosurie chez les femmes enceintes. Elle se présente d'après lui dans 50 % des cas; elle est minima avant les repas, maxima à la fin de la digestion. Parmi les sucres reconnus, le glucose prédomine; le lactose se rencontre près de la période de la lactation; le saccharose et le lévulose sont plus rares. — M. Laveran signale un nouveau mode de reproduction des Coccidies. — M. F. Mesnil décrit un parasite des Annélides.

M. M. Letulle est élu membre titulaire de la Société de Biologie.

Séance du 3 Décembre 1898.

M. H. Claude a observé un malade atteint de diarrhée dysentérique, attribuée à une infiltration cancéreuse du rectum. L'autopsie montra qu'il s'agissait d'une tuberculose hypertrophique du gros intestin. — M. Apert décrit des lésions de tuberculose méningée ayant succédé à des gommes tuberculeuses du crâne; il indique les différences entre cette forme spéciale et les lésions de la méningite tuberculeuse classique. — M. Roger a constaté que le perroquet, parmi les Oiseaux, prend aussi bien la tuberculose humaine que la tuberculose aviaire, comme le lapin chez les Mammifères. C'est un argument de plus en faveur de l'identité des deux tuberculeux. — MM. Weil et Gilbert ont observé deux cas de cancer chez des diabétiques; le terrain semble avoir activé l'évolution de la maladie. Cela s'expliquerait par une plus grande abondance de glycogène dans les tumeurs, qui augmentent leur activité. — M. Lesage pense que si le groupe des colibacilles qui ne sont pas agglutinés forme une race spéciale, celle-ci ne saurait être spécifique.

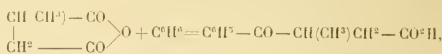
La Société procède à l'élection de son bureau pour 1899, lequel se trouve ainsi constitué : *Président* : M. Bouchard; *vice-présidents* : MM. Mégnin et Gellé; *secrétaire général* : M. Dumontpallier; *secrétaires* : MM. Marchal, Vaguez, Capitan et Pettit; *trésorier* : M. H. Bearégard; *archiviste* : M. E. Retterer.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

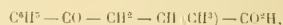
SECTION DE NANCY

Séance du 30 Novembre 1898.

M. Klobb a traité l'anhydride pyrotartrique par le benzène et le chlorure d'aluminium dans l'espoir d'obtenir l'acide β -méthyl- β -benzoylpropionique suivant l'équation :



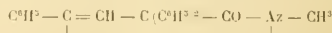
mais il n'a pu isoler ainsi que l'acide α -méthyl- β -benzoylpropionique :



qu'il avait déjà préparé par une autre méthode. Les deux acides se confondent par leur point de fusion 133-136° et donnent avec l'aniline la même 1,5 diphényl-3-méthylpyrrolone :



crystallisant en cristaux clinorhombiques fondant à 128-130°. Cette pyrrolone, en présence du brome, fixe Br² (Trouvé : Br = 40,1, théorie, 39,1) en donnant un corps bien cristallisé qui fond vers 200° en noircissant. Dans les mêmes conditions, la 1-méthyl-3-3-5 triphénylpyrrolone de Japp et Klingermann :



ne donne qu'un dérivé monobromé de substitution¹.

¹ *Chemical Society*, 1890, t. LVII, p. 698.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME IX DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1898)

I. — ARTICLES ORIGINAUX

Astronomie et Météorologie.

BIGOURDAN (G.). — Revue annuelle d'Astronomie . . . 650

Botanique et Agronomie.

AYGALLIERS (P. d'). — L'état actuel et les besoins de la culture de l'Olivier en France . . . 680
CHAILLEY-BERT (J.). — L'Institut botanique de Buitenzorg . . . 397
DEHÉRAIN (P.-P.). — Revue annuelle d'Agronomie . . . 150
HERBERT (A.). — La culture de la Pomme de terre en France et à l'étranger . . . 32
2^e partie : Technique culturale . . . 32
LARBALÉTRIER (A.). — L'état actuel et les besoins de la culture du Trèfle, de la Luzerne et du Sainfoin en France . . . 614
MACHAT (J.). — La culture de la Pomme de terre en France et à l'étranger . . . 23
1^{re} partie : Evolution générale de la Culture . . . 23
MANGIN (L.). — Revue annuelle de Botanique . . . 574
— La sexualité chez les Champignons . . . 709

Chimie.

BERTRAND (G.). — Le mécanisme de la Fermentation alcoolique et les expériences de Buchner . . . 907
BILLY (E. DE). — L'état actuel et les besoins de l'industrie du Fer et de l'Acier bruts en France . . . 178
1^{re} partie : Fabrication du Fer . . . 178
2^e partie : Fabrication de l'Acier . . . 229
3^e partie : Nature des produits et conditions économiques et sociales de la production . . . 287
ÉTARD (A.). — Revue annuelle de Chimie . . . 856
GUILLAUME (Ch. Ed.). — L'équilibre chimique dans les solides et les aciers au nickel . . . 282
HOLLARD (A.). — Les théories modernes de l'Electrolyse . . . 358
1^{re} partie : Constitution et conductibilité des Electrolytes . . . 358
2^e partie : Travail de l'Electrolyse . . . 411
LEZÉ (R.). — Recherches nouvelles sur la constitution et les réactions du Lait . . . 841
MAILLARD (L.). — La cristallisation des Matières albuminoïdes et les Cristalloïdes protéiques de la micrographie . . . 608
MAQUENNE (L.). — La réversibilité de la Zymohydrolyse . . . 925
ROBIN (G.). — L'Evolution de la Mécanique chimique et ses tendances actuelles . . . 174
SAMBOC (Dr). — Les Nucleo-albumines et leurs dérivés . . . 817

Chirurgie, Médecine, Hygiène, Microbie médicale.

LÉTIENNE (A.). — Revue annuelle de Médecine . . . 75
HARTMANN (H.). — Revue annuelle de Chirurgie . . . 946
OLIVIER (L.). — Revue annuelle d'Hygiène . . . 237
RÉPIN (Dr Ch.). — Découverte du microbe de la Péri-pneumonie . . . 265
— La guérison du Tétanos déclaré . . . 320
VALDÉ (Dr E.). — L'Hétéroplaste dans la thérapeutique oculaire . . . 701

Enseignement.

LE CHATELIER (H.). — L'Enseignement scientifique général dans ses rapports avec l'Industrie . . . 98
RADET (G.). — Le Cinquantenaire de l'Ecole française d'Athènes . . . 207

Géographie et Colonisation.

AUERBACH (B.). — Le Danube austro-allemand et les projets de jonction de ce fleuve avec le Main, l'Elbe et l'Oder . . . 749
1^{re} partie : Régime du Fleuve, jonction avec le Main . . . 749
2^e partie : Jonction avec l'Elbe et l'Oder . . . 769
BOXIN (Ch.-E.). — L'Asie centrale et ses relations commerciales avec la Chine, l'Inde et la Russie . . . 60
CHAILLEY-BERT (J.). — La Concurrence des races à Java. La Question chinoise . . . 815
DEHÉRAIN (H.). — Revue annuelle de Géographie et d'Exploration . . . 713
LÉGER (Louis). — Comment la nation russe s'est-elle formée? . . . 674
LEMIRE (Ch.). — Les intérêts français au Siam . . . 106
MACHAT (J.). — Les bases scientifiques de la Question chinoise . . . 517
PARTIOT (L.). — Le Port du Havre . . . 7
RADET (G.) et OLIVIER (L.). — Les résultats du Voyage d'étude de la Revue en Grèce, au mont Athos et à Constantinople (croisières du Sénégal et de l'Océan, en avril 1898).
1^{re} partie : Grèce . . . 881
2^e partie : Turquie . . . 928

Géologie et Paléontologie.

GLANGEAUD (Ph.). — Les Mammifères crétacés de la Patagonie . . . 133
— Le lac glaciaire Agassiz . . . 377
— La distribution des Foraminifères pélagiques . . . 490
HAGG (E.). — Revue annuelle de Géologie . . . 495
LACNY (L. DE). — La distribution géographique des sources thermales . . . 537
TRUCHOT (P.). — Les gisements et l'extraction de la Thorite, de la Monazite et du Zircon . . . 115

Mathématiques.

OCAGNE (M. D'). — Applications pratiques de la méthode des points cotés . . . 116
WEISS (G.). — L'analyse d'une courbe périodique par le procédé de Ludimar Hermann . . . 669

Mécanique appliquée et Génie civil.

DEMENGE (E.). — Les nouvelles Chaudières marines Nicausse . . . 325
DEPREZ (M.). — La transformation directe de la chaleur en travail mécanique par l'emploi des alliages de Ferro-Nickel . . . 71

JANET (Paul). — Le transport électrique de la puissance mécanique.	638	POINCARÉ (L.). — Le problème de la transmission de l'Énergie à distance par les milieux naturels à propos des essais de télégraphie sans fil	53
MÉNÉGAUX (A.). — L'état de la fabrication de la Soie artificielle en France.	569	— Revue annuelle de Physique.	418
WITZ (A.). — Le moteur Diesel et le perfectionnement des Moteurs thermiques	462	SAGNAC (G.). — Luminescence et Rayons X.	314
		VILLARD (P.). — La Dissolution des solides et des liquides dans les gaz.	824
Physiologie.		Zoologie et Anatomie.	
CHARPENTIER (A.). — L'origine et le mécanisme des différentes espèces de sensations lumineuses	530	BEAUREGARD (H.). — Revue annuelle d'Anatomie.	784
GLEY (E.). — Relations entre la Physiologie et la Pathologie de la glande thyroïde. Physiologie pathologique du Myxœdème.	13	DELAGE Yves. — L'Etat actuel de la Biologie et de l'Industrie des Eponges.	733
MAREY (E. J.). — L'inscription des phénomènes phonétiques.	445	1 ^{re} partie: Structure, mode de vie et de développement	733
1 ^{re} partie: Méthodes directes.	445	GODETROY (J.). — L'Etat actuel de la Biologie et de l'Industrie des Eponges.	776
2 ^e partie: Méthodes diverses. Critique des résultats.	482	2 ^e partie: Commerce et Industrie.	776
PABINAUD (D. H.). — Les fonctions de la rétine	267	KOEBLER (R.). — Revue annuelle de Zoologie.	332
PRENANT (A.). — La valeur morphologique du Corps jaune. Son action physiologique et thérapeutique possible.	646	MARINSCIO G. — Contribution à l'étude de l'origine du Facial supérieur.	755
SOURY (J.). — Localisations cérébrales des centres corticaux de la sensibilité générale.	185	PERRIER Ed. — L'origine des Vertébrés.	601
— L'amblyopie des cellules nerveuses. Théories de Wiedersheim, Rabl-Ruckhard, Tanzi et S. Ramon y Cajal	370		
Physique.		Revue annuelle.	
BOUASSE (H.). — Le rôle des principes dans les Sciences physiques.	561	BEAUREGARD H. — Anatomie	784
BRILLIÉ (I.). — Le travail électrique des métaux	805	BIGOURDAN G. — Astronomie.	650
BUNTE (H.). — Les progrès de l'Éclairage par les lampes.	456	DEHERAIN H. — Géographie et Exploration	713
HOLLARD (A.). — Electrolyse. Voir <i>Chimie</i>		DEHERAIN P.-P. — Agronomie	150
JANET (P.). — Transport électrique. Voir <i>Mécanique</i>		ETARD (A.). — Chimie.	856
		HARTMANN (H.). — Chirurgie	946
		HAUG E. — Géologie.	495
		KOEBLER (R.). — Zoologie	332
		LÉTIENNE A. — Médecine.	75
		MANGIN (L.). — Botanique	574
		OLIVIER L. — Hygiène	237
		POINCARÉ (L.). — Physique	418

II. — BIBLIOGRAPHIE

I^o SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques.

AUTONNE (L.). — Sur l'équation différentielle du premier ordre et sur les singularités de ses intégrales algébriques	953	KLEIN (F.) et SOMMERFELD (A.). — Ueber die Theorie des Kreiseis. I. Die Kinematischen und Kinetischen Grundlagen der Theorie	584
BAKER (H. F.). — Abel's Theorem and the allied Theory included the Theory of the Theta functions.	84	LACUERRE. — Œuvres: Algèbre, Calcul intégral.	297
BOREL (Em.). — Leçons sur la Théorie des Fonctions.	759	LALLEMAND (Ch.). — Réfection du cadastre de la commune de Plaisance (Seine-et-Oise)	953
BORTKEWITSCH (L. von). — Das Gesetz der kleinen Zahlen.	866	LÉVY Lucien. — Précis élémentaire de la Théorie des Fonctions elliptiques, avec tables numériques et applications	584
BOULLANGER (M.). — Quadrature du Cercle.	381	MACH (D. E.). — Popular-wissenschaftliche Abhandlungen.	192
BITRAL-FORTI (C.). — Introduction à la Géométrie différentielle suivant la méthode de M. H. Grassmann.	120	PAINLEVÉ (P.). — Leçons sur la Théorie analytique des Equations différentielles professées à Stockholm en 1895	911
DARBOUX (G.). — Leçons sur les Systèmes orthogonaux et les Coordonnées curvilignes.	623	PICARD (Em.) et SMART (G.). — Théorie des Fonctions algébriques de deux variables indépendantes. T. I. REVUE SEMESTRIELLE DES PUBLICATIONS MATHÉMATIQUES, rédigée sous les auspices de la Société mathématique d'Amsterdam.	297
DELAUSS (EL.). — Leçons sur la Théorie analytique des Equations aux dérivées partielles du premier ordre.	192	RICHARD (J.). — Leçons sur les méthodes de la Géométrie moderne	504
FECHNER (G. F.). — Théorie des Mesures collectives (en allemand)	827	RIEMANN. — Œuvres mathématiques	721
FONTENÉ (G.). — Géométrie dirigée	341	ROUSE BALL (W. W.). — Récréations et Problèmes des temps anciens et modernes.	381
FRÉOLV (Michel). — La Théorie des Parallèles démontrée rigoureusement	648	RUSSELL (B. A. W.). — An Essay on the Foundations of Geometry	35
GOURSAT (E.). — Leçons sur l'intégration des Equations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes. T. II. Méthode de Laplace, systèmes en involutions; méthode de M. Darboux, équations de la première classe, transformation des équations du second ordre, généralisations diverses.	430	SCHÉLL (W.). — Allgemeine Theorie der Curven doppelter Krümmung in rein geometrischer Darstellung (2 ^e éd.).	721
KIRCHHOFF (G.). — Vorlesungen über mathematische Physik. I. Mechanik	120	VILLÉ (E.). — Compositions d'Analyse, Cinématique, Mécanique et Astronomie données à la Sorbonne pour la licence.	192
KLEIN (F.). — Conférences sur les Mathématiques faites au Congrès de Mathématiques à l'Exposition de Chicago	157		
		Astronomie et Météorologie.	
		ALBRECHT (Th.). — Bericht über den Stand der Erforschung der Breitenvariation in Dezember 1897	468

NORMAN LOCKYER (Sir). — The Sun's place in Nature	688
STANLEY (W. Ford). — Notes on the Nebular Theory in relation to stellar, solar, planetary, cometary, and geological phenomena	914

Thermodynamique, Mécanique générale et Mécanique appliquée.

ARIÈS (E.). — Thermodynamique des Systèmes homogènes	760
BAZIN (H.). — Etude d'une nouvelle formule pour calculer le débit des canaux découverts	467
BOULVIN (J.). — Cours de Mécanique appliquée aux machines. VI. Locomotives et Machines marines	381
FÖPPL (A.). — Vorlesungen über technische Mechanik. III. Festigkeitslehre	792
ILATON DE LA GOCPIILLIÈRE. — Cours d'Exploitation des mines	866
LECOQ (L.). — Régularisation du mouvement dans les machines	638
PÉRISSE (L.). — Automobiles sur routes	792
ROUTH (E. J.). — Die Dynamik der Systeme starrer Körper. I. Die Elemente	759

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique.

ANNUAIRE DE L'OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS pour l'année 1898	157
ARMAGNAT (H.). — Instruments et méthodes de mesures électriques industrielles	584
BANCROFT (W. D.). — Règle des phases (en anglais)	912
BRUNEL (G.). — Encyclopédie de l'amateur photographe	689
CLEVEN (A. C.). — La Photomicrographie	122
ENGELMANN (Th. W.). — Tafeln und Tabellen zur Darstellung Ergebniss spectroscopischer und spectro-photometrischer Beobachtungen	193
GRAY (Andrew). — Traité sur le Magnétisme et l'Electricité (en anglais)	793
GUILLIEM (Dr Aug.). — Sur la génération de la Voix et du Timbre	382
JANUSCHKE (HANS). — Das Princip der Erhaltung der Energie	721
KOHLRAUSCH (F.). — Leitfaden der praktischen Physik	468
LONGÉ (A.). — Traité de Radiographie et de Radioscopie	85
MONTPELLIER (J. A.). — Les Dynamos	382
REYCHLER (A.). — Les Théories physico-chimiques	35
ROBART (F.). — Traité d'Electricité. Théorie et applications générales	252
THOMPSON (Silvanus P.). — Light visible and invisible	828
TOMMASI (D.). — Formulaire physico-chimique	624
WIEDEMANN (Eilhard), et EERT (Hermann). — Physikalisches Praktikum	

Chimie.

BECKER (H.). — Manuel d'Electrochimie et d'Electrometallurgie	793
CAMPREDON. — Guide pratique du Chimiste-Metallurgiste et de l'Essayeur	298
CHOMIENNE (Cl.). — Fabrication de l'Acier et procédés de forgeage des diverses pièces	120
FLEURENT (E.). — Manuel d'analyse chimique appliquée à l'examen des produits industriels et commerciaux	431
GARÇON (J.). — La pratique du Teinturier. III. Les recettes-types et les procédés spéciaux de teinture	158
HENRIEAUX (J.). — Le Verre et le Cristal	85
LANDOLT (H.). — Le Pouvoir rotatoire des corps organiques et ses applications (en allemand)	253
MINET (A.). — Electrochimie. Production électrolytique des composés chimiques	624
— Théories de l'Electrolyse	624
OSCHNER DE CONINCK. — Cours de Chimie organique. Fasc. 2 et 3	382
PICOTÉ (Amé). — La Constitution chimique des Alcaloïdes végétaux	193
SANFORD (P. Gerald). — Explosifs nitrés	867
VAN'T HOFF (J.). — Vorlesungen über Bildung und Spaltung von Doppelsalzen	342

3° SCIENCES NATURELLES

Géographie, Géologie, Paléontologie.

ANNALES DE L'INSTITUT COLONIAL DE MARSEILLE. t. III	722
DELEBEQUE (A.). — Les Lacs français	431
ENJOY (P. d'). — La Colonisation en Cochinchine. Manuel du Colon	37
GEIKIE (Sir Archibald). — The Founders of Geology. — Types of scenery and their influence on Literature	121
LACROIX (A.). — Minéralogie de la France et des Colonies (Description physique et chimique des Minéraux. Etude des conditions géologiques de leurs gisements) t. II, 2 ^e partie	86
LAUNAY (L. de). — Les Diamants du Cap	253
MONTILLET (G. de). — Formation de la Nation française	794
SUESS (Ed.). — La Face de la Terre	193

Botanique et Agronomie.

BOUTILLY (J.). — Le Thé. Sa culture et sa manipulation	469
COSTANTIN (J.). — Les Végétaux et les milieux cosmiques	382
COURCHET (L.). — Traité de Botanique comprenant l'Anatomie et la Physiologie végétales et les Familles naturelles	760
LARRALÉTRIÈRE (A.). — Essais pratiques de Chimie horticoles	794
VIVIER (A.). — Analyse et essais des matières agricoles	298
VUYST (P. de). — Manuel pratique et raisonné des cultures spéciales	85

Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'Homme et des Animaux.

ANNÉE BIOLOGIQUE (L').	299
BERGONIE (J.). — Leçons de Mécanique animale	86
BINET (A.) et HENRI (V.). — La Fatigue intellectuelle	659
DELAOE (Yves) et HENRIQUARD (S.). — Traité de Zoologie concrète. V. Les Vermidiens	383
DUBOIS (R.). — Leçons de Physiologie générale et comparée	955
FOUILLÉ (A.). — Tempérament et caractère selon les individus, les sexes et les races	432
HÉDON. — Travaux de Physiologie	913
LANG (A.). — Traité d'Anatomie comparée et Zoologie, t. II	829
LE DANTEC (Félix). — Evolution individuelle et hérédité. Théorie de la Variation quantitative	547
LE DOCTRE. — Traité des variations du système musculaire de l'homme	36
LOISEL (G.). — Contribution à l'Histo-physiologie des Eponges. I. Les fibres des Reniera. II. Action des Substances colorantes sur les Eponges vivantes	867
RICHET (Ch.). — Dictionnaire de Physiologie	625
ROCHÉ (G.). — La Cultures des mers en Europe	690
ROULE (L.). — L'Anatomie comparée des Animaux basée sur l'Embryologie	505
TOURNEUX (F.). — Précis d'Embryologie humaine	761
TSCHERNING (Dr). — Optique physiologique	342
WALLER (Augustus). — Eléments de Physiologie humaine	159

4° SCIENCES MÉDICALES

Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie.

COLLET (F. J.). — Les troubles auditifs dans les maladies nerveuses	123
GRUVEL (A.). — Précis d'Anatomie comparée et de Dissections	566
LECOUE (F.). — De l'Appendicite	761
MONOD (Ch.) et VANVERTS (J.). — L'Appendicite	723
RECARD (Dr). — Le Torticollis et son traitement	868
SCHMELTZ (Dr). — Gynécologie clinique et opératoire	914

Médecine, Hygiène, Microbiologie médicale.

ANTHAUNE (Dr A.). — De la Toxicité des Alcools (Prophylaxie de l'Alcoolisme)	587
--	-----

BELOUS (H.). — Etude sur le diagnostic de la Paralyse générale.	795	578 ^e , 579 ^e , 580 ^e , 581 ^e livraisons	723
BERNHEIM (Dr). — L'Hypnotisme et la Suggestion dans leurs rapports avec la médecine légale.	87	PINET (G.). — Ecrivains et Penseurs polytechniciens.	795
BROULT (A.). — Les Artères et les Scléroses.	195		
CHARRIN (A.). — Les Défenses naturelles de l'Organisme.	660		
CHASLIN (P.). — La Confusion mentale primitive. Stupéfaction. Démence aiguë. Stupor primitif.	469		
DEBIÈRE (Ch.). — L'Œuvre médico-chirurgicale.	123		
IV. L'Hérédité normale et pathologique.	830		
— Même sujet.	255		
DELOREL (J.) et COZETTE. — Vaccine et vaccination.	255		
DEFLQCC (P.). — Leçons sur les Bactéries pathogènes faites à l'Hôtel-Dieu annexe.	159		
GRASSET (J.). — Consultations médicales sur quelques maladies fréquentes.	914		
HERZEN (Dr V.). — Guide de Thérapeutique générale et spéciale.	914		
HCGOUNEX (L.). — Précis de Chimie physiologique et pathologique.	37		
JAKOB (B.). — Atlas manuel de Diagnostic clinique.	519		
JANET (Dr Pierre). — Névroses et Idées fixes.	586		
JAQUET (A.). — L'Œuvre médico-chirurgicale.	123		
V. L'Alcoolisme.	384		
LANDOUZY (L.). — Les Sérothérapies.	195		
LAVERAN (A.). — Traité du Paludisme.	299		
LE GOFF J.). — Sur certaines réactions chromatiques du sang dans le Diabète sucré. Application thérapeutique.	723		
LEREDDE (Dr). — L'Eczéma, maladie parasitaire.	549		
LUCKT (A.). — De l'Aspergillus fumigatus chez les animaux domestiques et dans les Œufs en incubation.	626		
MAGNAN (V.). — Leçons cliniques sur les Maladies mentales faites à l'Asile Sainte-Anne.	506		
MARINESCO (G.) et SÉRIEUX (P.). — Essai sur la pathogénie et le traitement de l'Epilepsie.	300		
MENDEL (Henri). — Physiologie et Pathologie de la Respiration nasale.	956		
MERKLIN (P.). — La tuberculose et son traitement hygiénique.	343		
MONAKOW (C. von). — Gehirnpathologie. I. Allgemeine Einleitung. II. Localisation. III. Gehirn blutungen. IV. Verstopfung der Hirnarterien.	830		
MONT ALVERNE DE SEQUEIRA. — Les aliénés aux Açores (en portugais).	383		
MUNCK (I.) et EWALD (C. A.). — Traité de Diététique (Alimentation de l'Homme normal et de l'Homme malade).	255		
PROUST (A.). — L'Hygiène du Neurasthénique.	96		
SANARELLI (J.). — La Fièvre Jaune.	863		
STOKES (J.-B.). — Leçons de Pharmacothérapie. I. II.	795		
TATY (Th.). — Etude sur le diagnostic de la Paralyse générale.	691		
THOIXOT (L.). — Attentats aux mœurs et Perversions du sens génital.	761		
WALSH (David). — Exertory irritation and the action of certain internal remedies on the Skin.	433		
WIDE A.). — Traité de Gymnastique médicale suédoise.	495		
WERTZ R.). — Précis de Bactériologie clinique.			

5° SCIENCES DIVERSES

DUCKHEIM (E.). — L'Année sociologique (1896-1897).	868
ESPINAS (A.). — Les Origines de la Technologie. Etude sociologique.	587
GRANDE ENCYCLOPÉDIE, inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts.	691
XXIII ^e volume	

Thèses pour le Doctorat présentées à la
Faculté des Sciences de Paris (1897-
1898), et analysées dans la « Revue »
en 1898.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

BOULANGER (A.). — Contribution à l'étude des équations différentielles linéaires et homogènes intégrables algébriquement.	546
BOUQUET (H.). — Sur une classe particulière de groupes hyperbéliens.	252
LE ROY Edouard. — Sur l'intégration des équations de la Chaleur.	827
MASCART (J.). — Contributions à l'étude des planètes télescopiques.	516
NAU (F.). — Formation et extinction du Clapotis.	504

2° SCIENCES PHYSIQUES

(PHYSIQUE ET CHIMIE)

BODBOUX (F.). — Action du brome en présence du brome d'aluminium sur quelques composés aromatiques.	658
CAUSSE (H.). — Combinaisons antimonio-phénoliques.	689
CHARON (E.). — Sur l'aldéhyde crotonique.	585
DELEPINE (M.). — Amines et Amides dérivées des Aldéhydes.	722
FOURNIER (H.). — Sur quelques alcools allylés secondaires.	954
GRANGER (A.). — Contribution à l'étude des phosphures métalliques.	468
LEBEAU (P.). — Recherches sur le glucinium et ses composés.	828
LEMOULT (P.). — Recherches sur la polymérisation de quelques composés cyaniques.	760
MUTTELET. — Sur quelques imino-amines (Amidines). Contribution à l'étude des matières colorantes azoïques.	504
OTTO (M.). — Recherches sur l'Ozone.	547
RIVALS (P.). — Recherches thermochimiques sur quelques composés chlorés des séries acétique, benzoïque et salicylique.	36
TASSILLY (Eug.). — Etude de quelques combinaisons halogénées basiques ou ammoniacales des métaux.	912

3° SCIENCES NATURELLES

DASSONVILLE (Ch.). — Action des Sels minéraux sur la forme et la structure des Végétaux.	867
DEHERAIN (H.). — Le Soudan Egyptien sous Méhémet-Ali.	254
RABAUD (E.). — Essai de Tératologie. Embryologie des poulets omphalocéphales.	431
RAY (J.). — Variations des Champignons inférieurs sous l'influence du milieu.	158
VERDUN (Paul). — Contribution à l'Etude des dérivés branchiaux chez les Vertébrés supérieurs.	586

III. — ACADEMIE ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris			
Séances des	20	décembre	1897
—	27		
—	3-10-17	janvier	1898

Séance des	24	janvier	1898
—	31		
—	7-14	février	
—	21-28		
—	7	mars	
—	14		

Séance des	21	mars	1898	301
—	28	—	—	302
—	4	avril	—	345
—	12	—	—	346
—	18	—	—	385
—	2	—	—	386
—	25	mai	—	387
—	9	—	—	434
—	16	—	—	435
—	23	—	—	471
—	31	—	—	472
—	6	juin	—	508
—	13	—	—	509
—	20	—	—	550
—	27	—	—	551
—	4	juillet	—	589
—	11	—	—	590
—	18	—	—	627
—	25	—	—	628
—	1 ^{er} -8	août	—	661
—	16-22-29	—	—	692
—	5-12	septembre	—	724
—	19-26	—	—	762
—	3-10	octobre	—	796
—	17	—	—	831
—	24	—	—	832
—	31	—	—	870
—	7	novembre	—	870
—	14	—	—	915
—	21	—	—	916
—	28	—	—	957
—	5	décembre	—	958

Académie de Médecine

Séances des	21	décembre	1897	40
—	28	—	—	41
—	4-11	janvier	1898	90
—	18	—	—	126
—	25	—	—	163
—	1 ^{er}	février	—	163
—	8	—	—	197
—	13-22	—	—	303
—	1 ^{er} -8	mars	—	303
—	13-22	—	—	316
—	29	—	—	317
—	5	avril	—	387
—	12-19-26	—	—	388
—	3	mai	—	436
—	10	—	—	437
—	17-24	—	—	473
—	31	—	—	510
—	7	juin	—	510
—	14-21	—	—	552
—	28	—	—	591
—	5	juillet	—	591
—	12-23-26	—	—	629
—	2-9	août	—	662
—	16-23	—	—	725
—	30	—	—	763
—	6	septembre	—	763
—	13-20-27	—	—	797
—	4	octobre	—	797
—	11-18-25-31	—	—	872
—	8-15	novembre	—	917
—	22-29	—	—	959
—	6	décembre	—	959

Société de Biologie

Séances des	11-18	décembre	1897	41
—	8	janvier	1898	90
—	15-22-29	—	—	163
—	5	février	—	197
—	12-19	—	—	198
—	26	—	—	303
—	5-12	mars	—	304
—	19-26	—	—	347
—	2-23	avril	—	388
—	30	—	—	437
—	7	mai	—	437
—	14	—	—	473
—	21	—	—	474
—	28	—	—	511
—	4-11	juin	—	552
—	18	—	—	553

Séance des	25	juin	1898	591
—	2	juillet	—	591
—	9	—	—	629
—	16	—	—	630
—	23	—	—	662
—	30	—	—	693
—	1 ^{er} -8-15-22	octobre	—	833
—	25	—	—	917
—	5-12	novembre	—	917
—	19-26	—	—	960
—	3	décembre	—	960

Société française de Physique

Séances des	19	novembre	1897	126
—	3	décembre	—	127
—	3	— (suite)	—	164
—	17	—	—	164
—	7	janvier	1898	165
—	21	—	—	198
—	4	février	—	199
—	18	—	—	304
—	4	mars	—	318
—	18	—	—	358
—	1 ^{er}	avril	—	389
—	6	mai	—	437
—	20	—	—	474
—	3	juin	—	553
—	17	—	—	630
—	1 ^{er}	juillet	—	653
—	15	—	—	725
—	4	novembre	—	872

Société Chimique de Paris

Séances des	21	décembre	1897	127
—	28	janvier	1898	258
—	11	février	—	258
—	25	—	—	305
—	11	mars	—	349
—	25	—	—	390
—	22	avril	—	438
—	13	mai	—	511
—	27	—	—	553
—	10-21	juin	—	651
—	8	juillet	—	726
—	8	— (suite)	—	763
—	22	—	—	763
—	11	novembre	—	918

SECTION DE NANCY

Séances des	23	février	1898	259
—	11	mai	—	458
—	22	juin	—	553
—	23	juillet	—	592
—	23	— (suite)	—	631
—	23	— (suite)	—	663
—	30	novembre	—	960

Société Royale de Londres

Communications				41
—				166
—				199
—				305
—				390
—				439
—				494
—				553
—				592
—				663
—				694
—				726
—				764
—				798
—				873
—				918

Société de Physique de Londres

Séances des	21	janvier	1898	167
—	11	février	—	200
—	24	—	—	349

Séances des	11-25	mars	1898	330
—	22	avril	—	392
—	13	mai	—	475
—	27	—	—	476
—	10	juin	—	511
—	24	—	—	596
—	28	octobre	—	833
—	11	novembre	—	873

Société de Chimie de Londres

Séances des	4	novembre	1897	90
—	16	décembre	—	168
—	20	janvier	1898	168
—	3-17	février	—	306
—	3-17	mars	—	512
—	17	— (suite)	—	555
—	31	—	—	556
—	21	avril	—	556
—	5-19	mai	—	556
—	2	juin	—	556
—	16	—	—	684
—	16	— (suite)	—	728

Académie des Sciences d'Amsterdam

Séances des	27	novembre	1897	42
—	24	décembre	—	91
—	2	janvier	1898	128
—	29	—	—	260

Séances des	26	février	1898	306
—	26	mars	—	351
—	23	avril	—	476
—	28	mai	—	596
—	28	— (suite)	—	631
—	25	juin	—	834
—	24	septembre	—	873
—	29	octobre	—	918

Académie des Sciences de Vienne

Séances des	16	décembre	1897	92
—	7	janvier	1898	128
—	13-20	—	—	168
—	20	— (suite)	—	200
—	3-10	février	—	308
—	17	—	—	352
—	3	mars	—	352
—	10	—	—	392
—	10	— (suite)	—	798
—	17	—	—	798
—	21	—	—	799
—	21	avril	—	799
—	5-12	mai	—	799
—	20	—	—	800
—	10-16	juin	—	800
—	23	—	—	836
—	7	juillet	—	836
—	7	— (suite)	—	876
—	14	—	—	876

V. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Astronomie.

L'Eclipse totale de Soleil du 22 janvier 1898	49
Le Spectre des Etoiles filantes	50

Bibliographie scientifique

DENIER (J.). — Deuxième conférence du Catalogue scientifique international.	837
---	-----

Botanique.

REGELSPERGER (G.). — Les Jardins alpins.	924
L'influence des basses températures sur le pouvoir germinatif des graines.	51

Chimie.

DEMENGE (E.). — Les propriétés des Aciers au Nickel et au Manganèse à haute teneur appliquées au durcissement des blindages.	597
— Le chauffage au Gaz des obus avant trempe.	801
DUBOIS (A.). — Les Verres bleus à base d'oxyde de chrome.	598
— Sur la découverte de l'Aluminium.	635
JASSE (G.). — La Graphotypie.	311
JANNETAZ (P.). — Transformations dans la Métallurgie du Cuivre : le Sélecteur.	203
— Progrès dans la Métallurgie du zinc.	95
LINDER (L.). — Brasserie et Distillerie.	1
MATHÉON (C.). — Une nouvelle application du Four électrique.	51
RAMSAY (W.) et MORRIS W. TRAVERS. — Le Krypton, nouvel élément constituant de l'air atmosphérique.	443
— et —. Les nouveaux gaz de l'atmosphère : le Néon et le Métargon.	513
Action du Carbone de calcium sur les oxydes métalliques.	50
Progrès du Tannage au chrome.	95
Comité de Consultations industrielles.	95
Un minéral endothermique : la Fergusonite.	430

La Fabrication électrolytique des réflecteurs paraboliques.	171
Une nouvelle substance radio-active : le Polonium.	558
Les émaux à haute dilatation à base d'acide borique.	558
Une nouvelle revue consacrée à l'étude des Métaux : The Metallographi-L.	516
Recherches sur la détérioration du Papier.	698
L'annonce d'un nouveau gaz dans l'air : l'Éthérion.	767
Les recherches de M. Coupeau sur la dilatation des pâtes céramiques.	922

Distinctions scientifiques.

Election à l'Académie des Sciences de Berlin (M. Emile Picard).	170
Election à l'Académie des Sciences de Vienne (M. Fouqué).	441
La séance publique annuelle de l'Académie des Sciences de Paris. Lauréats de l'année 1898.	921

Électricité industrielle.

La Bûche électrique.	94
Nouveau procédé pour couper les circuits électriques.	202
La distribution de l'Énergie électrique en Allemagne.	311

Génie civil et Art naval.

BÉRARD (A.). — Au sujet de l'accident du Pont de Tarbes.	633
BRILLOUX (M.). — Cycles des Moteurs à combustion.	478
DEMENGE (E.). — Un nouveau moteur rotatif à vapeur.	513
GUILAUME (Ch. Ed.). — La détermination mécanique des courbes des Spiraux.	441
WITZ (A.). — Cycles des Moteurs à combustion.	557
X... (Colonel). — La situation navale et militaire des États-Unis et de l'Espagne et les conséquences industrielles de la guerre de Cuba.	395
Les conditions économiques de fonctionnement des Moteurs à Gaz.	129
Le Moteur à Gaz Letombe.	261
Découverte d'une Mine de Mica.	666

Géographie, Colonisation et Voyages.

DENÉRAIN (H.). — Un Voyage transafricain du Zambèze au Caire	480
HECKEL (Dr E.). — Les cultures de Caoutchouc coloniales	263
— Sur un nouveau <i>Faux Kola</i> fourni par le N'labo ou N'dimb des Nègres du Soudan	311
— Sur l'introduction et la culture des <i>Araucarias</i> dans les Colonies françaises tropicales. Valeur commerciale et industrielle de leurs produits	354
JUMELLE (H.). — Sur les lianes à Caoutchouc exploitées en Casamance	767
— Sur l'acclimatation du <i>Castilleja elastica</i> , arbre à Caoutchouc, dans les Colonies françaises	839
LEMIRE (Ch.). — Les Produits de nos Colonies à l'Exposition de 1900	130
MONNA (Ch.). — Un district peu connu de l'Algérie : la région des Ouled-Daoud	3
OLIVIER (L.). — Deux nouveaux Câbles sous-marins français	666
REGSPENGER (G.). — Haut-Oubanghi, Bahr-el-Ghazal et Haut-Nil	803
— Le Baghirmi et l'incursion de Rabah	879
VOYAGES D'ÉTUDES DE LA « REVUE ». — Préparation scientifique du voyage d'études de la <i>Revue</i> en Grèce, au Mont Athos et à Constantinople	45
— Le Voyage de la <i>Revue</i> en Grèce, au Mont Athos et à Constantinople. Livres à lire	131
— Croisière en Norvège et au Cap Nord, du 15 juillet au 10 août 1898	169
— Affectation du <i>Sénégal</i> et de l' <i>Orénoque</i> à la Croisière de la <i>Revue</i> dans la Méditerranée (J. Godefray)	72
— Retour du <i>Sénégal</i> et de l' <i>Orénoque</i> (3 ^e et 4 ^e Croisières)	356
— La 5 ^e Croisière en Norvège et au Cap Nord	357
— Croisière en Adriatique (3-28 septembre 1898)	477
— Croisière en Norvège et au Cap Nord. Livres à consulter	481
— Croisière en Adriatique. Ouvrages à consulter	600
— Croisière en Norvège : La Nature boréale et les grandes Pêches (L. Olivier)	635
— Croisière en Egypte du 1 ^{er} novembre au 7 décembre 1898	697
— Croisière en Egypte. Ouvrages à consulter	731
L'expédition scientifique de l'Université de Cambridge dans le détroit de Torrès	206
Création d'un <i>Jardin de Kew</i> à Nantes	206
Une Bibliothèque coloniale	206
Une Ecole d'agriculture coloniale à Tunis	357

Mathématiques.

CYPRIEN (le Père). — Nouvelle théorie des Sphères transinscrites	663
--	-----

Nécrologie.

Henri Bessemer	264
Francesco Brioschi	49
Ferdinand Cohn	557
Aimé Girard	309
Paul Kayser, un colonial allemand (H. Dehéraux)	393
Rudolf Leuckart	353
J. Pean (Dr F. Jayle)	93
Lord Playfair	357
E. Raouf (A. Barillé)	394
A. Schrauf	49
Friedrich Winnecke	49

Physique.

DEMENGE (E.). — Etude des Combustibles minéraux par les rayons X	878
--	-----

CASSANT (E.). — Un nouveau procédé industriel de Coloration sans couleur matérielle	765
GUILLAUME (Ch. Ed.). — La Chaleur spécifique de l'eau et la cause de son anomalie	201
LONDE (A.). — Des causes de trouble apportées aux images radiographiques par l'emploi des écrans renforceurs	442
— Le Stéréocycle de MM. Bazin et L. Leroy	479
MERCADIER (E.). — Sur le Microphonographe	9
RAVEAU (C.). — L'Exposition de la Société française de Physique	301
RÉMOND (A.). — De l'emploi des Bobines de Ruhmkorff en endoscopie	838
— Emploi des Courants induits d'ordre supérieur pour exciter les tubes producteurs des rayons X	877
SAGNAC (G.). — La Polarisation de la lumière émise par fluorescence	390
VILLARD (P.). — Tube de Crookes régénérable par osmose	515
Une Pile-étalon au cadmium	50
Sur un point de l'histoire du principe de la conservation de l'énergie	93
Télégraphie sans fil	129
Les Condensateurs industriels	129
Transmission de l'énergie électrique sans conducteurs matériels	470
L'Analyse spectrale des Météorites	353
La Chaleur spécifique des métaux aux basses températures	729
La Valeur de l'Ampère	729
La conductibilité électrique et la luminosité des flammes contenant des sels vaporisés	922

Sciences médicales.

MOLINIÉ (M.). — Fièvre typhoïde et distributions d'eaux	263
— La protection des Eaux potables naturelles	560
— La filtration intermittente dans l'épuration des Eaux d'égouts	599
L. O. — Sanatoria et navires frigorifiques	205
L'Application à l'équarrissage du procédé de M. Aimé Girard, pour la destruction des cadavres d'animaux	879

Universités, Congrès et Concours.

GRANGER (A.). — Le Congrès de la Société helvétique des Sciences naturelles à Berne	699
4 ^e Congrès international de Physiologie à Cambridge	6
4 ^e Congrès international de Zoologie à Cambridge	6
9 ^e Congrès international d'Hygiène et de Démographie à Madrid	6
Elections au Collège de France et au Muséum (MM. H. Le Chatelier et L. Maquenne)	52
Election à l'Institut (M. Ch. Diehl)	52
La Médaille Sylvester	52
Enseignement spécial pour les voyageurs	313
3 ^e Congrès international de Chimie appliquée à Vienne	357
Les Cours de dessin au Muséum	357
Le Congrès géodésique international de Stuttgart	801

Zoologie.

PETTIT (Aug.). — Les nouvelles galeries du Muséum d'Histoire naturelle	558
PRENANT (A.). — La Réunion biologique de Nancy	95
L'Intermédiaire du Biologiste	52
Science publique annuelle de la Société nationale d'Acclimatation	396
Association des Anatomistes	560
L'Application, à la Microphotographie, de la reproduction indirecte des couleurs	730

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS¹

A

A. L., voir *A. Lelienne*.
 Abelous, 388.
 Aberson, 352.
 Achard, 41, 163, 917.
 Addyman Gardner, 168, 664.
 Adelphe (Frère), 472.
 Adensamer, 876.
 Ader, 472.
 Adrian, 349, 386, 533, 763, 957.
 Aignan, 661.
 Albahary, 591.
 Albarran, 591, 629.
 Albert de Monaco (Prince), 90, 124, 125.
 Albrecht (H.), 798.
 Albrecht (Th.), 468.
 Allaire, 831.
 Amagat, 126, 590.
 Amaudrat, 90.
 Ameghino, 724.
 Anceaux, 88.
 Andeer, 40, 346, 347, 387, 473.
 Andrade, 550, 871.
 André (Ch.), 88, 916.
 André (G.), 40, 128, 346, 550, 724, 762.
 Andrew Gray, voir *Gray (Andrew)*.
 Andrew Turnbull, voir *Turnbull (Andrew)*.
 Anger, 591.
 Angot, 257.
 Annable, 91.
 Antheaume (A.), 587.
 Apert, 163, 960.
 Apostoli, 90.
 Appell, 509.
 Appleyard, 512.
 Ariès (E.), 760.
 Arloing, 435, 436, 472, 662, 762, 831, 870, 871.
 Armagnat (H.), 584.
 Armitage, 306.
 Arnaud, 124, 386, 387, 509, 552.
 Aronslein, 352.
 Aragon, 197.
 Arsonval (d'), 510, 628.
 Arth, 554, 592, 763.
 Ashworth (J. R.), voir *Reginald Ashworth (J.)*.
 Auché, 90, 198, 833.
 Auerbach (B.), **719 à 755, 769 à 776**.
 Auger, 258, 438.
 Austerlitz, 168.
 Autonne (L.), 252, 504, 827, 912, 953.
 Aygallics (P. d'), **680 à 687**.
 Ayrlon, 475, 476, 511, 875.

B

Babeau, 258.
 Babes, 303, 915.
 Bach, 161.
 Baille, 471, 725.
 Baillel, de Toulouse, 288.

Baire, 361, 508, 509.
 Baker (H. F.), 84.
 Bakhois Roozeboom, 873.
 Baldingen, 763.
 Balland, 39, 196, 387, 510, 628, 797, 957.
 Ballet (Gilbert), 255, 291.
 Bamberger (Max), 799.
 Bancke, 835.
 Bancroft (W.-D.), 912.
 Barbier, 957.
 Bardier, 163, 474.
 Barella, de Bruxelles, 552.
 Barillé, 395.
 Barjon, 347.
 Barral, 301.
 Barrallier, 872.
 Barré (Dr H.), 388, 436.
 Barthélemy, 387.
 Barton, 511, 512.
 Bataillon, 162.
 Batten, 664.
 Bauge, 40, 258, 472, 631, 831.
 Bazin (H.), 467.
 Beauregard (H.), 299, 304, 383, 506, **784 à 791**, 960.
 Becke (F.), 200, 800.
 Becker (H.), 793.
 Becquerel (H.), 89, 127, 198, 343, 589, 870, 958.
 Bédard, 474.
 Bégouin, 163.
 Béhal, 88, 127, 726.
 Behrens, 835, 919.
 Belous (H.), 495.
 Belugon, 385, 472.
 Bemmelen (J. M. van), 260, 352.
 Bemmelen (W. Van), 44.
 Bémond, 390.
 Benda, 763.
 Benedikt, de Vienne, 90.
 Benoit, 90, 498.
 Bentley, 91, 356.
 Bérard (A.), 345, 635.
 Bergeaud, 552.
 Berger, 303, 308, 796, 797.
 Bergeron, 509.
 Bergel, 590, 693.
 Bergonié (J.), 86, 552.
 Berlemont, 438.
 Berne, 872.
 Bernheim (Dr), 87.
 Bernheimer, 800.
 Bertault, 305.
 Berthelot (D.), 125, 161, 302, 304, 345, 387, 435, 471, 510, 551, 630.
 Berthelot (M.), 39, 196, 197, 256, 257, 346, 471, 509, 589, 590, 627, 661, 797, 831, 916, 958.
 Bertin (Dr), de Nantes, 303.
 Bertram Cockburn (G.), voir *Cockburn (G. Bertram)*.
 Bertrand (C. E.), 509, 916.
 Bertrand (G.), 197, 257, 258, 302, 319, 390, 391, 871, **907 à 910**, 918.
 Bertrand (J.), 88, 161.
 Bertrand (M.), 193, 258.
 Berwerth, 200.
 Bes (K.), 875.
 Besançon, 762, 831.
 Besnier, 872.
 Bettrimeux, 629.
 Beudon, 124, 125.
 Bevan (E. J.), 756.

Bevan Lean, 468.
 Beyerbeck, 596.
 Bezançon, 198, 304, 347, 137.
 Bianchi, 693.
 Bidschoff, 836.
Rigourdan (G.), 88, 256, 302, 547, 550 **650 à 657**, 832, 916, 957, 958.
 Billard, 347.
Billy (E. del), **478 à 185, 229 à 237, 287 à 296**.
 Binder, 392, 798.
 Binet (A.), 659.
 Birkeland, 89, 196.
 Bitzios, 303.
 Blache, 552.
 Blaise, 124, 128, 257, 305, 385, 438, 550, 631.
 Blanc, 259, 349, 390, 726.
 Blanchard, 629.
 Blattner, 631.
 Bloch (A. M.), 437.
 Blondel, 125, 258, 349, 915, 958.
 Blondlot, 309.
 Bodin (E.), 472.
 Bodroux (F.), 258, 387, 627, 631, 658, 764.
 Bockel, 872.
 Bosenen, 390.
 Bohn, 915.
 Bohuslav Brauner, 512.
 Boirivani, 303.
 Boisson, 797.
 Boix, 304.
 Bollemont (Grégoire de), voir *Grégoire de Bollemont*.
 Bone, 728.
 Bonetti, 552.
Bonin (Ch. E.), **60 à 71**.
 Bonjean, 387, 763.
 Bonnafy, 509.
 Bonnefoi, 692, 797.
 Bonnema, 260.
 Bonnier, 833.
 Bonnier (G.), 345, 662.
 Bonnier (J.), 257.
 Bonnier (J.), 41.
 Bonniot, 303.
 Bordage, 39.
 Bordes, 304.
 Bordes (F.), 346, 387, 436.
 Bordes (J.), 196.
 Bordes (L.), 301, 551, 831.
 Bordé, 873.
 Bordier, 196.
 Borel (Em.), 124, 311, 759, 915.
 Borkewitsch (L. von), 866.
 Bosc, 162, 386, 387, 388.
Bouasse (H.), 161, 196, **561 à 569**.
 Bouchacourt, 872.
 Bouchard, 41, 124, 163, 661, 796, 833, 917, 960.
 Bouchardat, 257.
 Boucheron, 437.
 Boudonard, 39, 258, 301, 390, 434, 471, 509, 511, 551, 631, 693.
 Bouffard, 125.
 Bouffé, 662.
 Bonzié, 588.
 Bouilhac, 473, 591.
 Boulanger (A.), 546.
 Boulanger (M.), 381.
 Boulart, 198.
 Boulvin (J.), 381.
 Bourcart, 433.

¹ Les noms imprimés en caractères gras sont ceux des auteurs des articles originaux.
 Les chiffres gras reportent à ces articles.

Bourcel, 438, 511.
 Bourdon, 301.
 Bourgade (de), 388.
 Bourgeois (L.), 86, 918.
 Bourges, 197.
 Bourget (H.), 196, 252.
 Bourliet (C.), 496.
 Bourloulou, 41, 90, 343, 627, 650, 833, 870.
 Boussines, 957, 958.
 Boutan, 552, 871, 916.
 Boutilly (J.), 469.
 Bouty, 89, 304.
 Bouveault, 40, 390, 511, 553, 631.
 Bouvier (E. H.), 831.
 Bouvier (E. L.), 387, 435, 472.
 Boys (C.-V.), 350, 392, 476.
 Brame, 512.
 Branca, 833.
 Branly, 40, 126, 589, 627, 628.
 Brasseur, 631.
 Brachbar, 252.
 Brauer, 800.
 Brault (A.), 195.
 Brauner (Bohuslav), voir *Bohuslav Brauner*.
 Bréaudal, 915.
 Breig, 387.
 Brengues, 385.
 Brereton Baker, 550.
 Bresson, 916.
 Brillié (H.), **805 à 817**.
 Brillouin (M.), 124, 479.
 Brioschi, 39, 40, 49.
 Brittain, 168.
 Broca (A.), 124, 161, 165, 197, 199, 236, 257, 343, 389, 390, 553.
 Brocard (C.), 88.
 Browning, 306.
 Brucker, 551.
 Brunel (G.), 689.
 Brunet (L.), 40, 90, 126, 163, 197, 258, 303, 316, 381, 436, 473, 510, 552, 591, 628, 662, 693, 725, 763, 797, 833, 872, 917, 959.
 Brunhes (J.), 162.
 Brunotte, 90.
 Bryan, 200.
 Buck (D. de), 868.
 Buisine (A.), 124.
 Buisine (P.), 124.
 Buissou (H.), 161, 628.
 Bunte (H.), **456 à 461**.
 Burali-Forti (G.), 120.
 Burch, 727.
 Burgerstein, 200.
 Burke, 165.
 Burckhardt, 351.
 Burot, 511.
 Busquet, 39.
 Buller, 476.

C

C. A. L., voir *Laisant C. A.*.
 C. F., 867.
 Cadet de Gassicourt, 437, 629, 725, 763.
 Cagny, 437.
 Caillelet, 198, 550.
 Callandreaux (O.), 88, 161, 302, 471.
 Calot, 510.
 Calvert, 168.
 Calvet, 590, 627.
 Camichel, 89, 345.
 Campbell, 834, 873.
 Campbell Swinton, 108, 350, 476.
 Campredon, 298.
 Camus, 41, 163, 388, 437, 629, 917.
 Camus (G.), 303.
 Camus (L.), 125, 662.
 Carnaud, 435, 550.
 Canfor, 799.
 Capitan, 41, 591, 629, 917, 960.
 Cappelle (H. van), 352.
 Capstick, 798.
 Carda, 168.
 Carnot-Ad., 89, 259, 387, 436.
 Carnot (Paul), 39, 41, 163, 198, 304, 347, 629, 630.

Carrière (Dr), de Marseille, 303, 630, 917.
 Cart, 519.
 Carus-Wilson, 596.
 Carvalho (E.), 127, 161, 256, 302.
 Cash, 555.
 Cassani, 767.
 Castaigne, 41.
 Castex (Dr A.), 123, 300.
 Caslizo, 387.
 Cathala, 388.
 Cathelineau, 453.
 Catois, 125.
 Caullery (M.), 90, 509, 796.
 Causse (H.), 39, 258, 550, 689, 763.
 Caustier (E.), 690.
 Cauro, 437, 629.
 Cavaillé, 317.
 Cavalieri, 474.
 Cavalier (J.), 385, 386, 387, 589, 590.
 Caven, 91.
 Cavenoul, 90.
 Cazal (du), de Nice, 510.
 Cazeuene (P.), 39, 40, 161, 259, 472, 550, 551, 590, 763.
 Cestan, 41.
 Chabaud, 127, 165, 873.
 Chabrie, 258.
 Chailley-Bert (J.), **397 à 411, 815 à 855**.
 Chambellan, 388.
 Chambereau, 552.
 Chantemesse, 662.
 Chantre (Ed.), 831, 870, 871.
 Chapel, 301.
 Chapuy (P.), 762.
 Charabot, 258, 918.
 Charbon (E.), 128, 305, 349, 390, 438, 511, 555, 631, 764, 918.
 Charpentier (A.), 508, 510, **530 à 536**.
 Charpentier (J.), 301.
 Charpy (A.), 37.
 Charpy (G.), 389, 472, 508, 547, 760, 793, 828, 912.
 Charrin (A.), 39, 41, 160, 163, 196, 198, 301, 304, 549, 591, 592, 629, 660, 662, 693, 918.
 Chaslin (Ph.), 469.
 Chasseval, 259, 833.
 Chatin (A.), 88, 257, 628, 662, 724.
 Chatin (J.), 197, 386.
 Chauveau (A.), 39, 258, 346, 347, 385, 725.
 Chauvel, 197, 303, 347, 552, 725, 797.
 Chavannaz, 833.
 Chavastelon, 551, 590.
 Claverne (Dr), 960.
 Cheysson, 953.
 Chiais (Dr), 872.
 Chicotot, 552.
 Chipault, 41, 163, 388, 473.
 Chomienne (Cl.), 120.
 Chree, 390, 726.
 Claiss, 553.
 Clark, 91, 512.
 Clande, 39, 41, 301, 347, 552, 629, 662, 960.
 Clément (A. C.), 122.
 Cloves (Frank), 91.
 Clozier, 725.
 Cockburn (G. Bertram), 168, 661.
 Coert, 920.
 Cohen (J. B.), 168.
 Cohn (F.), 557, 589.
 Cohn (P.), 352.
 Colardeau, 553.
 Colebrook Reynolds, 512.
 Colin C. Frye, voir *Frye (C. C.)*.
 Colin (Léon), 347, 473.
 Collin (Le P.), 871.
 Collet (A.), 472.
 Collet (F. J.), 123.
 Collie, voir *Norman Collie (J.)*.
 Collin, 41, 592.
 Collin (H.), 438.
 Collinson, 556.
 Colson (A.), 257, 385, 471, 959.
 Colson (R.), 161.
 Combemale, 303, 388, 473.

Compan, 256.
 Copaux, 871, 945.
 Corbino, 831, 958.
 Cordier (J. A.), 832.
 Cordier (L.), 124.
 Cordier von Lowenhaupt (V.), 876.
 Cornil, 41, 163, 303, 347, 629, 959.
 Cornu (A.), 89, 124, 127, 161, 301.
 Cosserrat (E.), 346, 385, 661.
 Cosserrat (P.), 346, 385, 661.
 Cosson, 958.
 Costantin (J.), 258, 382, 437.
 Coste, 763.
 Cotton (A.), 40.
 Cotton (E.), 692.
 Coulhon (Dr), 347.
 Coupeau, 166.
 Coupin (H.), 435, 721, 957, 959.
 Courchel (L.), 760.
 Couriol, 257, 301, 385, 473, 831.
 Courmont, 833.
 Courmont (J.), 41, 304, 474, 511, 662.
 Courmont (P.), 762.
 Courtade, 347, 629, 662.
 Courty, 762, 796.
 Couin, 388, 915.
 Coustan, 197.
 Coutière, 436.
 Croyon, 163.
 Cozette (P.), 255.
 Crémieu, 162, 197.
 Cremona, 125.
 Critzman, 762.
 Crofts, 512, 556.
 Cross, 556.
 Crossley, 91.
 Crova, 256, 435.
 Cruik, 125, 796.
 Cuenot (L.), 549, 586, 808.
 Candall (Tudor), voir *Tudor Candall*.
 Curie, 198.
 Curie (P.), 627.
 Curie (Mme S.), 40, 346, 627.
 Cartel, 829.
 Cyon (E. de), 385, 959.
 Cyprien le Père, prince Wiasensky, 666.

D

Dangeard, 871.
 Daniel (L.), 39, 591.
 Daniel (P.-J.), 867.
 Danilewsky, 553.
 Danis, 554.
 Darboux (G.), 161, 589, 623.
 Darboux fils (G.), 90, 386, 959.
 Darenberg, 346.
 Darier, 90, 473, 725.
 Darwin (F.), 874.
 Dassonville (Ch.), 258, 661, 867.
 Dastre, 90, 125, 161, 386.
 Debière (Ch.), 123, 830.
 Debrand, 833.
 Decombe (L.), 162, 345, 386, 590.
 Defacqz, 40, 302, 796.
 Deffontaine, 41.
 Dehérain (H.), 254, 393, 431, 681, **713 à 720**.
 Dehérain P. P., **450 à 456**, 431, 796.
 Déjérine, 198, 693.
 Dekhuysen, 920.
 Delacroix, 662.
 Delage (Yves), 162, 257, 299, 383, **733 à 719**, 797.
 Delassus (E.), 192.
 Delbet, 511.
 Delcarle, 592.
 Delebecque (A.), 431, 552, 872.
 Delépine (M.), 124, 197, 258, 259, 302, 305, 345, 511, 550, 722, 832.
 Delestre, 198.
 Deligny, 39.
 Delobel (J.), 255.
 Delore, 197.
 Delorme, 197.
 Delvalez, 627.
 Demange, 592.

Demarcay, 345.
Demenge (Emile), 121, **325 à 332**, 515, 598, 803, 879.
 Demontzey, 386.
 Demoulin (A.), 125.
 Demoussy, 89, 915, 959.
 Denigès (G.), 345, 385, 387, 438, 551, 631, 764, 959.
 Deniker (J.), 795, 837.
 Denoly, 473.
 Dépéret, 945, 916.
Deprez (M.), **74 à 74**, 508.
 Descomps, 870.
 Desgrez, 41, 90, 196, 198, 257, 258, 304.
 Desjardins, 796.
 Deslandres (H.), 301, 345, 434, 510, 589, 724.
 Devaux, 436.
 Déva, 197.
 Dewar, 90, 166, 435, 511, 556.
 Dézanneau, 473.
 Dickson, 728.
 Dieulafoy, 126, 473, 917.
 Dimmer, 92.
 Bitte (A.), 256, 958.
 Divers (Edward), 512.
 Dixon, 556.
 Dobbie, 306, 391.
 Dollfus (G. F.), 435.
 Dominici, 917, 960.
 Dongier, 127, 508.
 Donnan, 590.
 Doolson, 556.
 Dor, 474.
 Dorp (W. A. van), 920.
 Douvillé (A.), 302.
 Doyen, 126, 437.
 Doyon, 38, 388, 511, 552, 833.
 Dragendorff, 436.
 Drake del Castillo, 551.
 Drouin, 302.
 Druce Lander, 555.
 Duboin (André), 559, 589, 635.
 Dubois, 550, 935.
 Ducal, 763.
 Ducrétet (E.), 126, 387, 509, 871.
 Ducru, 628.
 Duillocq (P.), 159, 871.
 Dufour, 592.
 Dufour (L.), 39.
 Dufourt, 39.
 Dumont (Eug.), 256.
 Dumontpallier, 960.
 Dunstan, 555.
 Duparc, 162.
 Duplay, 163.
 Dupont (J.), 258.
 Duporeq, 435, 661.
 Duprat, 124.
 Durafor, 387.
 Durkheim (Em.), 868.
 Dussaud, 385, 724, 796, 958.
 Dutoit, 390.
 Duvernet, 388.
 Dybowski, 257.

E

Easterfield, 512, 728.
 Easton, 92.
 Ebert (H.), 624.
 Ebert (W.), 88, 256, 345, 796, 870, 916, 958.
 Eder, 168, 352, 836.
 Edmed, 556.
 Edser (Edwin), 392, 476, 593.
 Efroni, 661.
 Egger, 552, 639.
 Egnitis, 40, 34, 796.
 Eichberg, 799.
 Ehrmann, de Mulhouse, 473.
 Elliot (Walter J.), 168.
 Emich (F.), 800.
 Engelmann (Th. W.), 193.
 Enjoy (P. d'), 37.
 Espinas (A.), 587.
Ettard (A.), 162, 390, 591, **856 à 865**.

Evans, 306.
 Everdingen (E. van), 596, 835.
 Everett, 350.
 Ewald (C. A.), 383.
 Eykman, 44.

F

Fabre (L. A.), 628.
 Fabry (Ch.), 88, 124, 125, 472, 474, 508, 509, 550.
 Fabry (Eug.), 39.
 Faure (J.), 303.
 Faurie, 125.
 Fauvel (P.), 871.
 Favrel, 439, 534, 591.
 Fawcett (Miss Cicely D.), 696.
 Fayet (G.), 302, 550, 762, 916.
 Fechner (G. T.), 827.
 Febr (H.), 192, 584, 721, 792, 866, 953.
 Feilmann, 168.
 Felici, 209.
 Felzet, 833.
 Fenton (J. Henry Hortsman), voir *Hortsman Fenton*.
 Féraud, 435.
 Feré, 348, 388, 437, 474, 833, 918, 960.
 Férée, 239, 832.
 Fernet, 872.
 Ferrand, 197, 303, 473, 629, 763, 797.
 Ferreira da Silva, 553.
 Féry (Ch.), 124, 301, 386, 471, 725.
 Fieheur, 551.
 Figgdor, 800.
 Fink, 197.
 Fischer, 435.
 Fitzgerald, 167.
 Fitz Patrick, 381.
 Flatau, 305, 349, 390, 510, 552, 631, 763, 918.
 Fleming, 166.
 Flesch, 92.
 Fleurent (E.), 431, 434, 472.
 Fleury (M. de), 388, 763.
 Floresco, 90, 164, 386, 388, 959.
 Flusin, 471.
 Folet, 163, 303.
 Fontaneau, 196.
 Fontené (G.), 341.
 Fonvielle (W. de), 509.
 Fonze-Diacon, 259.
 Foppi (A.), 792.
 Forcrand (R. de), 89, 692, 797.
 Forel, 831.
 Forster (O.), 556.
 Forsyth (R. W.), 727.
 Fort, 90.
 Forley (E. C.), 556.
 Fosse, 762.
 Fouché, 89.
 Fouillée (A.), 432.
 Fournier (E.), 346.
 Fournier (H.), 954.
 Fournier (L.), 126, 348, 629.
 Foveau de Courmelles, 301, 960.
 Franchimont, 351.
 Franke, 876.
 Frankland (Edward), 916.
 Frankland (Percy), 306, 512.
 Freundler, 438.
 Friederich, 259, 390.
 Friedel (Ch.), 390, 832.
 Froidevaux, 255.
 Frolov (Michel), 658.
 Fron, 724, 831.
 Frot, 832.
 Frye (Colin C.), 512.
 Furel, 303.

G

Gachet, 347.
 Gaillard, 126.
 Gain, 628.
 Galavielle, 917.
 Galbrun, 437.
 Galezowski (D'), 126, 388.

Galliano, 591.
 Garçon (J.), 458.
 Garidel (G. M.), 300, 303, 346, 437.
 Garnault (D'), 303, 797.
 Garnier, 163, 388, 591, 693, 833.
 Garrigou, 346, 628.
 Garrigou-Lagrange, 257, 385.
 Gasne, 304.
 Gaudier, 388.
 Gaudry, 628.
 Gauthier-Villars (J. A.), 161.
 Gautier (Armand), 257, 301, 302, 305, 434, 871.
 Gautier (P.), 472.
 Gautier (R.), 387.
 Geikie (Sir Archibald), 421, 954.
 Geiller (J. R. von), 352, 799, 876.
 Gellé, 90, 833, 960.
 Genvesse, 797.
 Georget, 88.
 Gérard (E.), 301.
 Gerber, 510.
 Gessard, 918.
 Ghon, 798.
 Giacobini, 550.
 Giberl, 473.
 Gilbert (A.), 163, 347, 348, 388, 437, 553, 693, 917, 960.
 Gin, 89, 256.
 Girard (Aimé), 309, 346, 434, 631, 918.
Glaudeand Ph., 122, **133 à 144**, **377 à 380**, **490 à 494**, 510, 955.
Gley (E.), **13 à 22**, 125, 163, 474, 662, 917.
 Glücksmann (C.), 799.
Godefroy J., 37, 173, **776 à 783**.
 Goldschmidt (Guido), 836, 876.
 Goldstein, 386, 661.
 Gonnard (A.), 472.
 Gonnard (F.), 345, 510.
 Gonnestat, 256.
 Jordan, 831.
 Gorgen, 399, 832.
 Gosselot, 628.
 Golhard (de), 473, 662.
 Gouirand (G.), 629, 724.
 Goursal (E.), 430, 434, 832, 957.
 Goutal, 387.
 Grabowski, 799.
 Gramont (A. de), 90, 126, 196, 385, 471, 631, 764, 957.
 Grancher, 436, 591.
 Granger (A.), 468, 590, 700, 763.
 Grasset, 436.
 Grasset (E.), 590.
 Grasset (J.), 914.
 Grassmann, 120.
 Grau, 799.
 Gravelaar, 919.
 Gravier, 302, 551.
 Gray (Andrew), 391, 793.
 Grégoire de Bollemont, 259, 438, 631.
 Gregor, 799.
 Grenet, 917.
 Griffiths (A.), 512, 762.
 Griffiths (E. M.), 167.
 Griffon (Ed.), 762, 959.
 Griffon (V.), 198, 304.
 Grignard, 89.
 Grimaux, 196, 385, 511, 763.
 Grimbert, 388.
 Grobben, 779.
 Grubenmann, 200.
 Gruy, 724, 762, 796.
 Grüner, 866.
 Gravel (A.), 90, 302, 506.
 Guehard, 88, 196, 434, 630.
 Grynfeldt.
 Guépin, 40, 346, 473, 629.
 Guérin, 552.
 Guérin, 258.
 Guéroult, 85.
 Guggenheimer, 125.
 Guichard, 256, 345, 388, 471, 472, 508, 631.
 Guichard, 40, 832.
Gaillaume (Ch. Ed.), 85, 420, 165.

192, 202, 253, 256, **282 à 286**, 382, 442, 471, 553, 585, 624, 688, 722, 759, 793, 828, 872, 911, 954.
 Guillaume (J.), 301, 870, 915.
 Guillemare, 125.
 Guillemia (Dr Aug.), 382, 832.
 Guillemot, 662.
 Guillemouat, 348, 591.
 Guillemot, 917.
 Guillet (A.), 590.
 Guillon, 629.
 Guillon, 724.
 Guldberg, 431.
 Guntz, 551, 554, 871, 912.
 Gutton, 346, 590.
 Guye (Ph. A.), 233, 259.
 Guyon, 347, 662, 959.
 Guyot, 40, 387, 472, 553.

H

H. F., voir *H. Fehr*.
 Hache, de Beyrouth, 303.
 Hadamard (J.), 84, 257, 130, 624.
 Haga, 834.
 Hagopoff, 41, 163.
 Hall (Miss L.), 512.
 Hallé, 591.
 Haller (A.), 40, 193, 387, 431, 438, 439, 469, 472, 553, 592.
 Haller (Hans), 352.
 Hallion, 917.
 Hallopeau (H.), 90, 388, 725, 798.
 Hallopeau (L. A.), 589, 764, 796, 832, 915.
 Hamburger (A.), 876.
 Hamburger (H. J.), 476, 596.
 Hamy (M.), 39, 89, 550, 957.
 Hann (J.), 168, 308, 799.
 Hanriot, 474, 831.
 Hansby, 958.
 Hardy, 471.
 Harold Johnson, 556.
 Harting, 799.
 Hartley, 306.
 Hartmann (Ch. M. A.), 835.
Hartmann (H.), 916.
 Haschek, 92, 308, 836.
 Hasenöhr (F.), 836.
 Hasenöhr (J.), 836.
 Haton de la Goupillière, 866.
 Hatt, 88, 385, 601, 832.
Haug (E.), 162, 254, 495 à 503.
 Hauser, 238, 553.
 Hausshalter, 552.
 Hayem, 126, 347, 388, 959.
 Heaviside, 512, 875.
Hébert (A.), 32 à 34, 86, 299, 390, 551, 761, 763, 794.
 Heckel (Dr E.), 264, 313, 356, 722.
 Hédon, 437, 913.
 Henneguy, 302.
 Henocque, 917.
 Henri (V.), 659.
 Henrich, 876.
 Henriot, 699, 692.
 Henrivaux (J.), 85.
 Henry (T. A.), 306.
 Heppenger (J. von), 168.
 Héricourt, 304, 917.
 Herissey, 553, 621, 833, 870.
 Hermite (Ch.), 40, 297, 721, 762.
 Hermite (G.), 831.
 Héroutard (S.), 383.
 Herschell, 392.
 Hervieux, 163, 303, 346, 388.
 Herz (R.), 556.
 Herzen (A.), 159.
 Herzen (Dr V.), 914.
 Herzig, 352, 798, 876.
 Hewitt, 168, 556.
 Heymans, 383, 868.
 Hillebrand, 876.
 Hobbs, 90.
 Hoek, 920.
 Holland Crompton, 91.
Holland (A.), 358 à 370, 411 à 417, 553.

Hoogewerff, 920.
 Hopfgartner, 799.
 Horn, 88.
 Horshmann Fenton (H. J.), 91, 306, 556.
 Howinck, 92.
 Howorth, 306.
 Hoyer, 352.
 Huichard, 163, 303, 473, 629, 872, 917.
 Huilfel (N. G. van), 43.
 Huilfel, 310, 831.
 Hugonnet (L.), 37, 552.
 Huguet (Dr), 662.
 Humbert (G.), 125, 162, 257, 301, 957.
 Huot, 88.

I

Imbert (A.), 86, 162, 552.
 Imbert (H.), 551, 552, 631.
 Ingleiss (Dr), 303.
 Istrati, 797, 831.
 Itasse, 311.

J

Jaccard, 957.
 Jaccoud, 40.
 Jagadis (Chander Bose), 166, 439.
 Jager, 128.
 Jankel, 345, 346, 385.
 Jakob (B.), 549.
 Janet (Ch.), 125, 386, 591, 832.
Janet (Paul), 36, 256, 350, 638 à 645, 692.
 Janet (Dr Pierre), 255, 586.
 Jannetaz, 2, 205, 342, 625.
 Janssen (J.), 125, 916.
 Janschke (Hans), 721.
 Japp, 91.
 Jaquet (A.), 123.
 Jardet, 348.
 Jarry, 385.
 Jaubert (G.-F.), 471.
 Jaumann, 836.
 Javal, 303, 629, 725.
 Jayle, 93.
 Job (A.), 89, 589, 590.
 Jobin, 474.
 Joffre, 390.
 Jolles, 168.
 Jolly, 162, 591.
 Joly (A.), 390.
 Joly (G.), 473.
 Joly (P. R.), 164.
 Jounesco, 388, 510, 872.
 Jonquière (de), 301, 345, 346, 551, 832, 871.
 Josias, 303.
 Josné, 347, 960.
 Joteyko (M^{lle}), 388.
 Joulie, 39.
 Joulin, 196, 346, 387, 436.
 Jourdain, 797.
 Julia, 41.
 Julius, 307.
 Jumelle, 768, 840.

K

Kaller, 799.
 Kamerlingh Onnes, 919.
 Kamm, 800.
 Kantor, 301, 302.
 Kaptein, 62.
 Kastern, 307.
 Kaufmann, 159, 255, 384.
 Keim, 833.
 Kelsch, 41, 510, 917.
 Kerner von Marilaun, 836.
 Kilian, 162, 195, 435, 872.
 Kirchhoff (G.), 420.
 Kirniss, 303, 473.
 Klein (F.), 157, 584, 721.
 Klemencic, 352.
 Kling, 258.
 Klobb, 960.
 Klobb (A.), 259.
 Klobb (T.), 438.

Klobbie, 476.
 Klumpke (M^{lle}), 692.
 Kluyver, 260.
 Knetl, 800.
 Knopfer, 876.
Kochler (R.), 332 à 340, 506.
 Kohlrausch (F.), 468.
 Kohn (G.), 800.
 Kohn (L.), 552, 876.
 Korteweg, 918.
 Koss, 836.
 Krassowski (de), 473.
 Krause (M.), 346, 471, 508, 530.
 Krause (P. G.), 308.
 Krezmar (Hans), 876.
 Krüger, 256, 385.
 Kulisch, 876.
 Kunster, 39, 90, 257, 302, 915.

L

L. O., voir *Olivier (Louis)*.
 Labbé (H.), 41, 163, 303, 349, 390, 510, 552, 631, 763, 918.
 Labbé (L.), 959.
 Labbé (M.), 347, 437.
 Laborde (A. M.), 510.
 Laborde (J. V.), 40, 90, 162, 163, 347, 386, 797, 833, 872, 917, 957.
 Laboulbène, 90.
 Lacroix, 957.
 Lacroix (A.), 40, 86, 124, 162, 196, 472, 831, 870.
 Lafont, 256.
 Lagarde (J.), 551.
 Lagarde (J.), 302.
 Lagrange, 630.
 Laguerre, 297.
 Laisant (C. A.), 35, 157, 237, 381, 504, 546, 658, 721, 795.
 Lallmand, 552, 953.
 Lambling, 590, 627, 764.
 Lamotte, 348, 389, 390.
 Lance, 833.
 Lancereaux, 303, 347, 872, 917, 959.
 Lander, voir *Druce Lander*.
 Landolph, 915.
 Landolt (H.), 253.
 Landouzy, 384, 510, 763, 872, 959.
 Landsiedl, 799.
 Landsteiner, 168.
 Lang (A.), 829.
 Langley, 392.
 Laniols, 437.
 Lannois, 347.
 Lapicque (L.), 163, 198, 591, 630.
 Lapie, 869.
 Lapiere, 471.
 Lapworth, 168, 556, 728.
Larbalétrier (A.), 614 à 622, 794.
 Lasne, 589.
 Lauermann, 836.
 Laugel, 157, 721.
 Laulané, 629, 833.
Lannay (L. de), 253, 537 à 545.
 Laurent (H.), 217.
 Laurent (J.), 915.
 Laussedat, 550.
 Laveran (A.), 195, 347, 387, 436, 437, 473, 833, 959, 960.
 Lavergne (Gérard), 689, 793, 973.
 Lean, 556.
 Leau, 832, 871.
 Lebeuf (P.), 40, 128, 256, 386, 431, 436, 828.
 Lebert, 627.
 Leblanc, 871, 916.
 Le Chatelier (A.), 762.
Le Chatelier (H.), 98 à 106, 166, 259, 390, 434, 471, 509, 511, 550, 551, 693.
 Lecher, 800.
 Leclerc du Sablon, 302, 870, 959.
 Lecomte, 469, 722.
 Lecornu (L.), 556, 551, 627, 688.
 Le Dautec-Félix, 90, 547.
 Ledé, 473.

Le Dentu, 917.
 Le Double, 36, 303.
 Leduc (A.), 39, 89, 123, 126, 198, 199.
 331, 630, 870, 957.
 Lee (Van der), 919.
 Lees Ch. A.), 41.
 Lees F. H.), 556.
 Lefas, 474.
 Lefèvre, 693.
 Léger (E.), 41, 628.
Léger (L.), 674 à 680, 724.
 Le Goff, 299, 916.
 Legrand, 345.
 Legros, 918.
 Legueu (F.), 761.
 Lehfeldt, 350.
 Ledié, 590.
 Lejonne, 871.
 Lelioux, 89, 256.
 Lelièvre, 120, 584, 760.
 Lemaitre, 388.
 Lémery, 40, 462, 302.
Lemire (Ch.), 406 à 416, 131.
 Lemoine, 163, 727.
 Lemoult (P.), 88, 760.
 Le Nordez, 257.
 Lepierre, 257, 509, 763, 764.
 Lerehoufflet, 797.
 Leredde (Dr), 723, 917.
 Le Roux, 256.
 Le Roy (Edouard), 827, 870, 958.
 Le Roy (F.), 89.
 Le Roy (G.-A.), 345.
 Lesage, 960.
 Leser, 915.
 Lespiau, 39, 959.
 Létang, 553.
 Letellier, 303.
Létienne (Dr A.), 75 à 82, 195, 300.
 433, 549, 587, 723, 830, 914, 956.
 Letulle, 630, 960.
 Leuckart (R.), 303.
 Levaditi, 843, 917.
 Levat, 916.
 Leveux, 552.
 Lévy (A.), 258, 509, 692.
 Lévy Leopold), 591.
 Lévy (Lucien), 584.
 Lévy (Maurice), 387, 551, 589.
 Leyden, 589.
 Leys, 311.
Lezé R.), 844 à 844.
 Libert, 915.
 Lieben (A.), 876.
 Liegeois, 473.
 Lietard, 437.
 Lignières, 917.
 Lilienfeld, 352, 392, 798.
 Lindelof, 196.
 Lindet, 95, 434, 918.
 Linsbauer, 876.
 Linossier, 347, 348.
 Lippmann, 509, 589.
 Lipps, 827.
 Litzarn, 836.
 Lloyd (Lorenzo), 168.
 Lloyd Snape, 555.
 Lobry de Bruyn, 835, 919.
 Locard, 90, 125.
 Lockyer Sir Norman, voir *Norman Lockyer*.
 Lodge O.), 167, 168.
 Löwy, 39, 40, 88, 388, 434, 472, 508, 915.
 Loisel (G.), 348, 867.
 Londe (A.), 301, 443, 480, 508, 954.
 Long, 693.
 Lop (Dr), 763.
 Lorentz (H. A.), 351, 476, 834.
 Loric, 920.
 Lovell, 692, 796.
 Lowry, 556, 728.
 Lucas, 918.
 Lucas (M.), 764.
 Lucas-Championnière, 40, 347, 959.
 Lucet (A.), 519.
 Lusch, 368, 800.
 Lumière (A.), 257, 258, 508.

Lumière (L.), 257, 258, 508.
 Lumsden, 556.
 Lutz, 386.

M

Macaluso, 831, 958.
 Mac-Clean, 390.
 Mac-Crae, 512.
 Mach (E.), 192.
 Mach (L.), 876.
 Machado, 434.
Machet (J.), 23 à 32, 517 à 529.
 Mache, 800.
 Mack, 692.
 Madan, 556.
 Madsen, 386.
 Magnan, 626, 917.
 Maige, 724.
Maillard (L.), 608 à 614.
 Maillet, 471, 550.
 Mairet, 591.
 Malbot, 511.
 Maldiney, 162.
 Malher, 298.
 Malherbe, 872.
 Mally, 872.
 Mangeot, 39.
Mangin (L.), 41, 302, 436, 574 à 583,
 661, **709 à 713.**
 Manley, 391.
 Manuélian, 552.
Maquenne (L.), 36, 505, 586, 631, 658,
 689, 722, 760, 832, **925 à 927.**
 Marage, 164, 386, 959.
 Maragliano, 163.
 Marboulin, 258, 763.
 Marchal, 197, 960.
 Marcus, 797.
Marrey (J.), 415 à 456, 471, 482 à
490, 693, 959.
 Margerie (Em. de), 193.
 Marie, 258, 349, 631, 661.
 Marillier (L.), 433, 470, 507, 587, 626.
 691, 795.
 Marin Molliard, 870.
Marinisco (G.), 506, 755 à 758, 915.
 Marmorek, 960.
 Marotte, 256.
 Marqfoy, 386, 471.
 Marquez, 552.
 Marquis, 438.
 Marsch, 958.
 Marsden, 306.
 Marshall-Ward, 42.
 Martel (E. A.), 90, 435, 833.
 Martin K.), 260, 920.
 Martin (L.), 301, 960.
 Martinand, 197.
 Marty, 959.
 Marvaud, 510.
 Marzocchi, 476.
 Mascart (E.), 125, 434, 435.
 Mascart (J.), 387, 546, 692.
 Masom, 383.
 Massol, 305, 349, 434, 797.
 Mather, 475, 875.
 Mathias, 346.
 Mathews, 512.
 Matignon (C.), 39, 51, 258.
 Matruchot, 258, 435, 661, 916, 947.
 Matthews, 91.
 Matthews, 556.
 Maubeuge, 762.
 Mautrange (G.), 723, 761, 868, 914, 156.
 Mazella, 352.
 Meddagh, 386.
 Méguin (P.), 347, 797, 960.
 Mege, 301.
 Meshuizen, 352.
 Meker, 162.
 Mènière, 629.
 Mendel H.), 300.
 Mendelssohn, 437.
Ménégaux (A.), 569 à 571.
 Menière, 346.
 Mercadier, 1.
 Mercier, 163, 471.

Mergier, 303.
 Merklen (P.), 956.
 Méry, 197.
 Mesbager, 162.
 Mesnel, 126.
 Mesnil, 90, 474, 509, 796, 960.
 Metzner, 510, 589.
 Meunier H.), 163, 552.
 Meunier (J.), 257, 301, 385, 831, 915.
 Meunier (Stanislas), 197, 870.
 Meyer (H.), 352.
 Meyer (St.), 128.
 Meyer Wilderman, voir *Wilderman (Meyer)*.
 Meyerhoffer, 342.
 Michel (A.), 88, 551.
 Michel-Lévy, 256, 471.
 Mignot, 303.
 Milhan, 918.
 Mills, 435.
 Mills, 728.
 Milne-Edwards, 387.
 Minet Ad.), 341, 624.
 Miralbié, 629, 630.
 Mitchell Stockwell, 312.
 Mitron, 472.
 Moissan (H.), 90, 124, 510, 550, 589, 796,
 832, 871, 918, 958.
 Moitessier, 871.
 Mollié (M.), 158, 263, 560, 600, 763.
 Molisch, 875.
 Monakow (C. von), 343.
 Moncorvo, 473, 797.
 Mond (Ludwig), 199.
 Mongour, 473.
 Monna, 6.
 Monnel, 763.
 Monnier, 510.
 Monod (Ch.), 510, 723, 872.
 Monod (H.), 629.
 Monoyer, 505.
 Monprofit, 41.
 Mont'Alverne de Sequeira, 830.
 Monteux, 763.
 Montpelliér (J. A.), 85.
 Moody, 664.
 Moor (L. de), 868.
 Moore (B.), 595.
 Moore (J. E. S.), 595.
 Moreau, 39, 40, 161, 259, 472, 550, 763,
 957.
 Moreau (G.), 161, 387.
 Morel, 551, 552, 590, 763.
 Morgan, 556.
 Morize, 125, 831.
 Morot, 388.
 Morell (R. S.), 512, 556.
 Mortillet (G. de), 794.
 Morton (W. B.), 875.
 Mossé, 388.
 Mosso, 627.
 Molais, 303, 917.
 Molet, 126, 763, 872.
 Moty, 437.
 Mouneyrat, 258, 259, 349, 390, 471, 511,
 550, 590, 661, 726, 763.
 Moureaux, 89.
 Mourel, 39, 125, 301, 971, 628, 692.
 Moureu (Ch.), 436, 438, 509, 511, 590,
 661, 763, 764.
 Mourlot, 197, 627, 724.
 Moussu, 693.
 Mulder, 836.
 Müller (F.), 308, 800.
 Müller (J. J. A.), 306, 436.
 Müller (P.-Th.), 259, 382, 390, 554, 592.
 Müller-Erzbach, 128.
 Munck (L.), 383.
 Murnmann, 876.
 Murray Crofts (J.), voir *Crofts*.
 Muxey, 693.
 Muttelet (F.), 504.

N

Nalepa, 836.
 Napias (M^{lle}), 304.
 Nardin, 90.

Narich (Dr), de Smyrne, 629.

Natterer, 799.

Nau (F.), 504.

Nepeuv, 90.

Nestler, 876.

Neuwirth, 168.

Nickles, 125, 870.

Nieloux, 256, 257, 304, 472, 473, 511.

Nicolas (J.), 552.

Nicollé, 437.

Nittis (de), 592.

Nobécourt, 960.

Noé, 437.

Norman Collie, 512, 556.

Norman Lockyer, 688.

Nyland, 42.

O

Oherwimmer, 799.

Oeagne (M. d'), **116 à 119**, 125, 162, 298.

OEkinghaus, 800.

Œschner de Coninck, 197, 258, 301, 304, 345, 382, 590.

Olaya Laverde, 90.

Olivier (L.), 163, 236, **237 à 251**, 478, 637, 665, 668, 698, **881 à 907**, **928 à 946**.

Ollier, 387, 435, 437, 472.

Omelianski, 39.

Onimus, 870.

Osmond, 434.

Ostwalt, 436, 437.

Otto (M.), 547.

Oudin, 508.

P

Pachon, 347, 348, 474.

Padi, 762.

Pagès, 631.

Pain (E.), 89.

Painlevé (P.), 39, 88, 124, 125, 161, 162, 356, 434, 509, 831, 911, 958.

Palisa, 836.

Panas, 40, 303, 473, 510, 591, 629, 725.

Panting, 512.

Paquier, 916.

Parinaud (Dr H.), **267 à 282**.

Partiot (L.), **7 à 13**, 508.

Pascheles, 308.

Pastureau, 796.

Paul (Th.), 342.

Pauscolo, 872, 917, 959.

Paulé (le P.), 258.

Peachey (St. J.), voir *Stanley* (J. Peachey).

Péan, 41, 93, 163.

Pearce, 162.

Pearson (K.), 696, 728.

Pécharman (Dr), 626.

Pédebidou, 473.

Péchoutre, 591.

Pekelharig, 352.

Pélabon, 551.

Pelikan, 799.

Pellat (H.), 198, 256, 257, 434, 725, 796, 831.

Pellé (Max.), 866.

Pellet (A.), 40, 125.

Pelsenker, 871.

Pénicres (Dr), 917.

Perrare (Dr), 872.

Perchot (J.), 88, 256, 345, 796, 870, 916, 958.

Percy Flankland, voir *Flankland*.

Perier (Ch.), 872, 917.

Périssé (L.), 792.

Perkin (A. G.), 91, 512, 556, 728.

Perkin (H.), 91.

Perkin (N. H.), 91.

Perkin (W. H.), 91, 306, 556.

Permon, 306.

Péroche, 509.

Péron, 388, 833.

Pérot, 88, 124, 125, 472, 474, 508, 509, 550.

Perraud, 435, 957.

Perrier (Ed.), 90, 124, 196, 258, 472, 551, **601 à 608**, 662.

Perrin, 96.

Perrot (E.), 39.

Perrot (L.), 386.

Perronin, 551.

Perry, 435, 475.

Personne de Senevoy, 89.

Pervinquier, 916.

Petit, 347.

Petrini, de Galatz, 552.

Petavel, 471, 553, 663.

Petit, 560, 592, 960.

Peyrot, 591.

Philippe, 41, 473, 662.

Phisahl, 41, 125, 163, 198, 304, 629, 660, 662, 833.

Picard (Em.), 39, 124, 162, 341, 385, 435, 471, 832.

Picart (L.), 302, 550, 589, 762, 796.

Pichard, 162, 552.

Picqué, 629.

Pictet (A.), 193.

Pidgeon (W. R.), 833, 834.

Pigeon (L.), 828.

Pilgrim, 512.

Pillet, 918.

Pilliet, 198, 511, 552, 917.

Pimpard, 40.

Piard, 346, 388.

Pinet (G.), 795.

Piot-Bey, 960.

Pitres, 436.

Pizon, 258, 551, 591, 629, 662.

Playfair, 556, 557.

Poincaré (A.), 345, 385, 387, 435, 628, 871.

Poincaré (H.), 125, 196, 297.

Poincaré (L.), **53 à 59**, **118 à 129**, 873.

Poittevin (H.), 386.

Pollak, 799.

Pomel, 692.

Poncet, 662, 797.

Ponsot (A.), 89, 124, 259, 589.

Pope (F. G.), 168.

Pope (W. J.), 556, 728.

Popper, 800.

Porak, 662.

Porter, 349, 350, 392, 512.

Potain, 302.

Pott (Paul von), 799.

Pouchet (G.), 917.

Pouget, 385, 550.

Poupinel, 163.

Pourel, 298.

Pourel, 763.

Prenant (A.), 97, **616 à 650**, 761.

Pribram, 789.

Prillieux, 662.

Privat-Deschanel, 956.

Proust (A.), 255.

Prud'homme, 158.

Pruvot, 830.

Puiseux, 472, 508.

Purdie (Th.), 355.

Q

Queyral, 388.

Quick, 476, 596.

Quinton, 41, 437.

R

Rabaud (E.), 431.

Rabourdin, 123.

Rabut, 468.

Rackowski, 196, 346, 387, 436.

Radau, 256.

Radet (G.), **207 à 228**, **881 à 907**, **928 à 946**.

Raffy, 551.

Raillet (A.), 388, 549.

Rambaud, 346.

Ramond, 511, 662.

Ramsay (W.), 41, 199, 444, 474, 509, 516, 550.

Ransome, 440.

Ranvier (L.), 88, 124, 161, 959.

Rateau, 590.

Ravaul, 511.

Raveau (C.), 127, 199, 303, 310, 349, 390, 438, 474, 552, 630, 693, 872.

Ravier, 762.

Hayet (G.), 762, 796.

Ray (J.), 158, 437, 383.

Rebel, 836.

Reboul, 872.

Reclus (Paul), 347, 437.

Recuru, 259.

Redard (Dr P.), 868.

Redeke, 920.

Redlich, 352.

Reeves, 875.

Regelsperger, 804, 880, 921.

Reginald Ashworth, 593.

Regnault, 693.

Rémond, 437, 839, 878.

Rémy, 509.

Renan, 916, 958.

Renault (R.), 161, 551, 661, 916.

Renault (J.), 41.

Renaut, 436.

Renau, 551.

Reudu, 303, 473, 872.

Répin (Dr Ch.), 195, **265 et 266**, **320 à 321**.

Réthi, 168.

Retterer, 348, 388, 511, 552, 650, 833, 960.

Reverdin (A.), 914.

Reverdin (F.), 258.

Rey, 125.

Reychler (A.), 258, 382.

Reynaud, 40.

Rey-Pailhade (J. de), 162.

Rhodes, 199.

Riban, 763.

Ribaut, 661.

Ribemont-Dessaignes, 591.

Ribière, 125, 386.

Ricard (Dr), 163.

Ricard (A.), 797.

Rice, 312.

Richard (C.), 259, 663.

Richard (J.), 125, 504.

Riche, 85, 304, 347.

Richelot, 872.

Richer (P.), 552.

Richet (Ch.), 124, 161, 197, 303, 387, 437, 591, 625, 833, 917.

Rici, 692.

Ricome, 762.

Riemann, 721.

Righi, 628.

Riquier, 40, 89, 472, 916.

Rispal, 552.

Ritter, 872.

Rivals (P.), 36.

Rivière, 348, 724.

Robert (A.), 915.

Roberts-Austen, 873.

Robin (A.), 163, 197, 303.

Robin (G.), **474 à 478**.

Robinson, 305.

Roca, 258.

Roché (G.), 163, 303, 690.

Rocheort, 438.

Rocques (X.), 797, 915.

Rodary (F.), 35.

Rodger, 512.

Roger (E.), 161.

Roger (H.), 198, 304, 347, 384, 591, 639, 662, 692, 833, 960.

Rogers (Léonard), 695.

Rolland, 90, 473.

Romburgh (P. van), 476.

Rosenheim, 91.

Rossard, 302, 550, 692.

Rouché (E.), 297.

Roule, 386, 505, 628, 832.

Roure, 661.

Rougel, 39.

Roumaillac, 86.

Rouse Ball (W. W.), 381.
 Rousseau de Saint-Philippe, 388, 437.
 Routh (E. J.), 739.
 Rouville (E. de), 871.
 Roux, 164, 959.
 Roze (E.), 39, 258, 629.
 Rozé, 661.
 Rubénowitch, 661.
 Ruhemann, 306, 512.
 Russell (B. A. W.), 35.
 Russell (W. J.), 694.

S

Sabatier (A.), 871, 959.
 Sabrazès, 41, 164, 385, 388, 552, 917.
 Sacerdote, 124, 126, 199, 257, 345, 851.
Sagnac (G.), 88, 161, 162, 164, 301, 314 à 320, 388, 396, 438, 474, 589.
 Saint-Martin (L. de), 162, 345.
 Saint-Remy, 432.
 Salomonsen, 356.
Sambuc (Dr), 817 à 823.
 Sanarelli, 936.
 Sande Bakhuysen (E. F. van de), 42, 834.
 Sande Bakhuysen (G. H. van de), 42, 91, 260, 307, 834, 875, 919.
 Sanford (P. Gerald), 867.
 Sarrauton (H. de), 89.
 Saussure (R. de), 124, 161.
 Sauvageau (C.), 436, 473, 509.
 Savoie, 591.
 Schell (W.), 721.
 Scheppe, 759.
 Schidrowitz, 91.
 Schieber, 800.
 Schiff, 798.
 Schlagdenhauffen, 629.
 Schlesinger, 256.
 Schloesing fils (Th.), 89, 301, 628, 661, 916.
 Schloesing père (Th.), 161, 346.
 Schmeltz (Dr), 914.
 Schmidt, 387.
 Schobloch, 308.
 Schoute (P. H.), 44, 92, 128, 260, 306, 308, 476, 596, 632, 836, 875, 920.
 Schrauf, 49.
 Schreinemakers, 43.
 Schroder von der Kolk, 836, 875.
 Schrotter, 800.
 Schryver, 91, 556.
 Schutzenberger, 258.
 Schwarz (Leo), 799.
 Schweidler (E. von), 308, 836.
 Séguin, 388.
 Séguy, 693.
 Sell, 556.
 Sellier, 473.
 Sémichon, 125.
 Senmola, 302.
 Senkovski, 128.
 Sériex (P.), 87, 506.
 Serpofelt, 553.
 Serret (P.), 589.
 Seunes, 392.
 Seurat, 832.
 Seyewetz, 278, 508.
 Shelford Bidwell, 200.
 Shenstone, 306.
 Shields, 499.
 Sicard, 163, 388, 437, 630, 917, 918.
 Siedlecki, 474.
 Siemiradzki (J. von), 168.
 Simart (G.), 311.
 Simon, 39, 128, 161, 305.
 Simonin, 90.
 Singer, 308.
 Skinner, 556.
 Skraup, 876.
 Sluder, 168.
 Smith, 556.
 Smiths, 41.
 Snape, voir *Lloyd Snape*.
 Sobotka, 308.
 Sommerfeld (A.), 584.

Somzée, 627.
 Sonstadt, 306.
 Sorel, 162.
 Soret, 162.
 Souillart, 435, 471.
 Soudier, 509.
Soury (J.), 185 à 191, 370 à 376.
 Souslof, 88.
 Sowter, 727.
 Spivey (T. N.), 728.
 Spivey (W. T.), 512.
 Sprankling, 556.
 Staedel, 88.
 Stanculeanu, 960.
 Stanley (W. F.), 911.
 Stanley J. Peachey, 556.
 Stanley Kipping, 556, 728.
 Stanoievitch (G. M.), 191.
 Stanoievitch (A.), 693.
 Stansfield, 850.
 Stassano, 876.
 Steger, 919.
 Stein, 92.
 Steindachner, 92, 799, 876.
 Steiner, 168.
 Steklloff, 89, 345.
 Stelling, 124.
 Stewart Patterson, 306.
 Stoklasa, 661, 876.
 Stokvis, 836, 868.
 Stolz, 308, 800.
 Stormer (Carl), 915.
 Stouff, 257.
 Sturany, 800.
 Suarez de Mendoza, 725.
 Sudborough, 168.
 Suess (E.), 193, 799.
 Swale Vincent, 595.
 Swingedauw, 508, 550.
 Swinton (C.), voir *Campbell Swinton*.
 Sy, 346, 724.

T

Tacchini (P.), 161.
 Tandler, 876.
 Tapia, 631.
 Tarry, 509.
 Tassilly, 912.
 Taty, 795.
 Tauss, 352, 392, 798.
 Taylor Jones, 663.
 Teisserenc de Bort, 509, 590.
 Teodoresco, 662, 957.
 Ternier, 435.
 Terre, 162.
 Téry, 439.
 Thalberg, 799.
 Théohari, 960.
 Théobaut, 346.
 Thiery, de Beaune, 629.
 Thoinot (L.), 691.
 Thomas, 128, 198, 386, 390, 434, 511, 553, 627, 726, 918.
 Thompson Silvanus P., 42, 168, 252, 392, 511, 513, 833, 834.
 Thomson (J. H.), 833.
 Thoulet (J.), 90.
 Thouvenin, 162.
 Threlfall, 475, 476.
 Tickle, 312.
 Tieghem (Van), 88, 433, 589.
 Tiemann, 631.
 Tissot, 347.
 Tombeck, 302.
 Tones, 200.
 Tommasi D., 553, 828.
 Toulouse, 347.
 Tourneux F., 761.
 Trabut, 125, 162.
 Trasbot, 163.
 Travers (M. W.), 41, 444, 474, 509, 516, 550.
 Trenkner, 392.
 Triépied, 551.
 Triantaphyllides, 950.
 Triboulet, 163.
 Trillat, 349, 386, 553, 628, 763, 871, 918, 957.

Troost, 550.
 Trouessart, 168, 533.
 Trouvé (G.), 346.
Truchot (P.), 145 à 149.
 Truffant, 551, 763.
 Tschernak, 200.
 Tscherning, 342.
 Tudor Cundall, 306.
 Tuffier, 347, 338, 629, 917.
 Turnbull (Andrew), 306.
 Turpin (A.), 125, 302, 508, 938.
 Tutton, 764.
 Tzitzéica, 627, 957.

U

Uhlig, 798.
 Ulry, 662.
 Umbgrove, 351.
 Urbain (E.), 631.
 Urbain (G.), 258, 348, 390, 553, 590, 631, 726.

V

Vaillant, 388, 918.
 Vaillant L., 162, 436.
 Vaillant (V.), 305, 763.
 Valenta, 168, 352, 836.
 Valerio, 162.
 Valeur, 128, 385, 386, 763.
 Vallée-Poussin (Ch. J. de la), 538.
 Vallin, 40, 303, 347, 510, 662, 797.
Valude (Dr E.), 794 à 798.
 Vanlair, 552.
 Van't Hoff J. H., 342.
 Vanverts, 723.
 Vaquez, 41, 198, 960.
 Varigny (H. de), 626, 659.
 Variot, 552.
 Varnier, 388.
 Vasilchide, 40.
 Vasseur, 39, 958.
 Veau, 198.
 Veley, 391.
 Venokoff, 510, 796.
 Verduy (P.), 304, 586.
 Verger, 473.
 Verley, 258.
 Verneuil (A.), 40, 124, 258, 259, 724, 918, 957.
 Vêzes, 510.
 Viard, 627, 764.
 Vidal, 917.
 Vieille, 88, 589, 867.
 Vierhapper, 876.
 Vignon Léo, 434, 471, 509, 590, 623, 692, 764, 918, 957.
 Vigouroux, 724.
Villard P., 127, 198, 199, 348, 434, 435, 472, 474, 515, 627, 628, 824 à 826, 873.
 Villari, 200.
 Villé (E.), 192.
 Villers, 305, 726.
 Vincent (C.), 915.
 Vincent (H.), 195.
 Vincent S., voir *Suale Vincent*.
 Vinol, 628.
 Violle B., 762.
 Violle (J.), 550, 958.
 Viré, 90.
 Vires, 591.
 Vivier (A.), 298.
 Volkmann, 92.
 Vosmaer, 352.
 Vries (G. de), 260.
 Vries (J. de), 260.
 Vry (de), 662.
 Vuillemin, 833.
 Vuyst (P. de), 85.

W

WaaIs (J. D. van der), 43, 551, 919.
 Wade, 512.

Walker, 312, 556, 592, 728.
 Waller (Augustus), 159.
 Wallerant, 161, 197, 473.
 Wallich, 304.
 Walsh (David), 761.
 Watmough, 168.
 Weidel, 800.
 Weil, 960.
 Weil (A.), 510.
 Weil (E.), 163, 553.
 Weill, 348, 917.
 Weinberg, 198, 474.
Weiss (G.), 163, 164, 198, 474, **669 à 674**.
 Weiss (P.), 308.
 Weithofer, 346.
 Wentworth Jones, 556.
 Wenzel, 800.
 Wertheimer, 914.
 West, 388.
 Whittaker, 764.
 Wiasensky (prince C.), voir le *Père Caprien*.
 Widai, 304, 388, 630, 960.
 Wide (A.), 432.
 Wiedemann Eilhard), 621.
 Wiesner, 381, 836.

Wijhe (J. W. van), 128.
 Wilde (H.), 832.
 Wildermann, 168.
 Williams (P.), 510, 724, 796.
 Willot, 552.
 Wilson (E.), 554, 918.
 Wilson (J.), 738.
 Winshurst, 834.
 Wind, 631, 835, 875.
 Winifred (Judson), 312.
 Winkler (C.), 920.
 Winkler (E.), 86.
 Winnecke, 49.
 Winternitz, de Vienne, 126.
 Wippermann, 836.
 Wisselingh (C. van), 44.
Witz (A.), 302, 381, **462 à 466**, 558.
 Wolf, 88.
 Wood (J. K.), 556, 728.
 Wood (P. J.), 512, 556.
 Wood (T. B.), 512, 728.
 Worms, 388.
 Wurtz (R.), 195.
 Wyndham R. Dunstan, 306.
 Wyrrouhoff, 10, 124, 258, 259, 438, 724, 918, 957.
 Wythoff, 351.

X

X... (colonel), 396.

Y

Young (G.), 91, 512.
 Ynog (A. H.), 305.
 Yung (E.), 346, 552, 590.
 Yvon, 40, 164.

Z

Zachariadès, 161, 198
 Zaharia, 831.
 Zaremba, 628.
 Zeeman, 92.
 Zeiller (R.), 629.
 Zenger, 40, 161, 197
 Zettel, 258.
 Zeuthen, 89.
 Ziegler, 763.
 Ziegler (V. de), 346.
 Zuckerkandl, 876.
 Zürcher, 196.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES ARTICLES ORIGINAUX, LA BIBLIOGRAPHIE, LA CHRONIQUE

& LA CORRESPONDANCE

A

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS. — La séance publique annuelle de l'—	921
ACCIDENT DU PONT DE TARBES. — Au sujet de l'—	633
ACIERS. — Les propriétés des — au nickel et au manganèse à haute teneur appliquées au durcissement des blindages	597
AGRONOMIE. — Revue annuelle d'—	150
ALCALOIDES VÉGÉTAUX. — La Constitution Chimique des —	193
ALCOOLISME. — L'Œuvre medico-chirurgicale. V. L'—	123
ALCOOLS ALLYLÉS. — Sur quelques — secondaires	954
ALDEHYDE CROTONIQUE. — Sur l'—	585
ALIÉNÉS. — Les — aux Açores (en portugais)	830
ALLIAGES DE FERRO-NICKEL. — La transformation directe de la Chaleur en travail mécanique par l'emploi des —	71
ALUMINIUM. — Sur la découverte de l'—	635
AMATEUR PHOTOGRAPHIE. — Encyclopédie de l'—	689
AMIROISE DES CELLULES NERVEUSES. — L'—, Théories de Wiedersheim, Rabl-Ruckhard, Tanzi et S. Ramon y Cajal	870
AMIDES ET AMIDES dérivées des Aldehydes	732
AMPERE. — La valeur de l'—	729
ANALYSE. — Compositions d'— données à la Sorbonne pour la licence	192
ANALYSE CHIMIQUE. — Manuel d'— appliquée à l'examen des produits industriels et commerciaux	431
ANATOMIE. — Revue annuelle d'—	781
ANATOMIE COMPARÉE. — Précis d'— et de Dissections	506
— Traité d'— et de Zoologie, t. II	829
ANNÉE BIOLOGIQUE. — L'—	299
ANNÉE SOCIOLOGIQUE (1896-97). — L'—	868
APPENDICITE. — L'—	723
— De l'—	761
ARAUCARIAS. — Sur l'introduction et la culture des — dans les colonies françaises tropicales. Valeur commerciale et industrielle de leurs produits	354
ARTÉRITES. — Les — et les Scléroses	195
ASIE CENTRALE. — L'— et ses relations commerciales avec la Chine, l'Inde et la Russie	60
ASPERGILLUS FUMIGATUS. — De l'— chez les animaux domestiques et dans les œufs en incubation	549
ASSOCIATION DES ANATOMISTES	560
ASTRONOMIE. — Revue annuelle d'—	650
— Compositions d'— données à la Sorbonne pour la licence	192
ATTENTATS AUX MŒURS et Perversions du sens génital	691
AUTOMOBILES SUR ROUTES	792

B

BACTÉRIES. — Leçons sur les — pathogènes faites à l'Hôtel-Dieu annexe	159
BACTÉRIOLOGIE CLINIQUE. — Précis de —	195
BAGHIRMI. — Le — et l'incursion de Rabah	879
BAHR-EL-GHAZAL. — Haut-Oubanghi, — et Haut-Nil	803
BIBLIOTHÈQUE COLONIALE. — Une —	206
BILDUNG UND SPALTUNG VON DOPPELSALZEN. — Vorlesungen über —	342
BIOLOGISTE. — L'Intermédiaire du —	52
BOTANIQUE. — Revue annuelle de —	574
— Traité de — comprenant l'Anatomie et la Physiologie végétales et les Familles naturelles	76
BRASSERIE et Distillerie	95

BROME. — Action du — en présence du bromure d'aluminium sur quelques composés aromatiques	658
BROMURE D'ALUMINIUM. — Action du brome en présence du — sur quelques composés aromatiques	658
BUCHÉ ÉLECTRIQUE. — La —	94

C

CABLES SOUS-MARINS FRANÇAIS. — Deux nouveaux —	666
CADASTRE. — Réfection du — de la commune de Neuilly-Plessance (Seine-et-Oise). Extrait du Rapport général sur les travaux de la sous-commission technique	953
CALCUL INTÉGRAL. — Algèbre : —	297
CAOUTCHOUC. — Les cultures de — coloniales	263
CARACTÈRE. — Tempérament et — selon les individus, les sexes et les races	432
CARBURE DE CALCIUM. — Action du — sur les oxydes métalliques	50
CASTILLOA ELASTICA. — Sur l'acclimatation du —, arbre à caoutchouc dans les colonies françaises	839
CATALOGUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL — Deuxième conférence du —	837
CENTRES CORTICAUX. — Localisations cérébrales des — de la sensibilité générale	185
CHALEUR SPÉCIFIQUE. — La — de l'eau et la cause de son anomalie	201
— La — des métaux aux basses températures	729
CHAMPIGNONS. — Variations des — inférieurs sous l'influence du milieu	158
— La sexualité chez les —	709
CHAUDIÈRES MARINES NICKAUSSE. — Les nouvelles	325
CHIMIE. — Revue annuelle de —	856
CHIMIE APPLIQUÉE. — 3 ^e Congrès international de — à Vienne	357
CHIMIE HORTICOLE. — Essais pratiques de —	794
CHIMIE ORGANIQUE. — Coutis de —, Fasc. 2 et 3	382
CHIMIE PHYSIOLOGIQUE et PATHOLOGIQUE. — Précis de —	37
CHIMISTE-MÉTALLURGISTE. — Guide pratique du — et de l'Essayer	298
CHIRURGIE. — Revue annuelle de —	916
CINÉMATIQUE. — Compositions de — données à la Sorbonne pour la licence	192
CIRCUITS ÉLECTRIQUES. — Nouveau procédé pour couper les —	202
CLAPOTIS. — Formation et extinction du —	504
COLONISATION EN COCHINCHINE. Le manuel du Colon	37
COLORATION. — Un nouveau procédé industriel de — sans couleur matérielle	765
COMBINAISONS ANTIMONIO-PHÉNOLIQUES	689
COMBINAISONS HALOGÉNÉES. — Etude de quelques — basiques ou ammoniacales des métaux	912
COMBUSTIBLES MINÉRAUX. — Etude des — par les rayons X	878
COMPOSÉS AROMATIQUES. — Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur quelques —	658
COMPOSÉS CHLORÉS. — Recherches thermochimiques sur quelques — des séries acétique, benzoïque et salicylique	36
COMPOSÉS CYANÉES. — Recherches sur la polymérisation de quelques —	760
CONCURRENCE DES RACES À JAVA. — La —. La question chinoise	845
CONDENSATEURS INDUSTRIELS. — Les —	129
CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE. — La — et la luminosité des flammes contenant des sels vaporisés	922
CONFESSION MENTALE. — La — primitive. Stupidité, Démence aiguë, Stupeur primitive	469

CONGRÈS GÉODÉSIQUE INTERNATIONAL. — Le — de Stuttgart	864
CONSERVATION DE L'ÉNERGIE. — Sur un point de l'histoire du principe de la —	93
CONSULTATIONS INDUSTRIELLES. — Comité de —	93
CONSULTATIONS MÉDICALES sur quelques maladies fréquentes	914
COORDONNÉES CURVILIGNES. — Leçons sur les systèmes orthogonaux et les —	623
CORPS JAUNE. — La valeur morphologique du —. Son action physiologique et thérapeutique possible	646
COURANTS INDUITS. — Emploi des — d'ordre supérieur pour exciter les tubes producteurs des rayons X.	877
COUTURE MÉRIQUE. — L'Analyse d'une — par le procédé de Ludimar Hermann	669
COURBES DES SPIRAUX. — La détermination mécanique des —	441
COURS DE DESSIN. — Les — au Museum	337
CRISTAL. — Le Verre et le —	85
CRISTALLOÏDES PROTÉIQUES. — La cristallisation des matières albuminoïdes et les — de la micrographie	608
CULTURE DES MERS. — La — en Europe	690
CULTURES SPÉCIALES. — Manuel pratique et raisonné des —	85
CYCLES des moteurs à combustion	478
— des moteurs à combustion	537

D

DANCHE AUSTRO-ALLEMAND. — Le — et les projets de jonction de ce fleuve avec le Mein, l'Elbe et l'Oder.	
1 ^{re} partie : Régime du fleuve, jonction avec le Mein.	749
2 ^e partie : Jonction avec l'Elbe et l'Oder.	769
DÉBIT DES CANAUX. — Étude d'une nouvelle formule pour calculer le — découverts.	467
DÉFENSES NATURELLES DE L'ORGANISME. — Les —	660
DÉMOGRAPHIE. — 9 ^e Congrès international d'hygiène et de — à Madrid	6
DÉRIVÉS BRANCHIAUX. — Contribution à l'étude des — chez les Vertébrés supérieurs	586
DESTRUCTION DES CADAVRES D'ANIMAUX. — L'Application à l'équarrissage du procédé de M. Aimé Girard pour la —	879
DÉTÉRIORATION DE PAPIER. — Recherches sur la —	698
DETROIT DE TORRÈS. — L'Expédition scientifique de l'Université de Cambridge dans le —	206
DIABÈTE SUCRÉ. — Sur certaines réactions chromatiques du sang dans le —. Application thérapeutique	299
DIAGNOSTIC CLINIQUE. — Atlas manuel de —	549
DIAMANTS DE CAP. — Les —	253
DIÉTIQUE. — Traité de — (Alimentation de l'homme normal et de l'homme malade)	383
DISSECTIONS. — Précis d'Anatomie comparée et de —	506
DISSOLUTION DES SOLIDES ET DES LIQUIDES. — La — dans les gaz.	824
DISTILLERIE. — Brasserie et —	95
DOPPELSALZEN. — Vorlesungen über Bildung und Spaltung von —	342
DYNAMIK DER SYSTEME STARRER KÖRPER. — Die —, I. Die Elemente	759
DYNAMOS. — Les —	85

E

Eaux potables naturelles. — La protection des —	560
ECLAIRAGE PAR LES FLAMMES. — Les Progrès de l'—	156
ECLIPSE TOTALE DU SOLEIL. — L'— du 22 janvier 1898.	49
ÉCOLE D'AGRICULTURE COLONIALE. — Une — à Tunis.	357
ÉCOLE FRANÇAISE D'ATHÈNES. — Le Cinquantenaire de l'—	207
ÉRIVAINS et Penseurs polytechniciens.	795
EZEEMA. — L'—, maladie parasitaire.	720
ELECTION à l'Académie des Sciences de Berlin (M. Emile Picard)	470
— à l'Académie des Sciences de Vienne (M. Fouqué)	141
— à l'Institut M. Ch. Diehl.	52
ELECTIONS au Collège de France et au Muséum MM. H. Le Châtelier et L. Maquenne)	52
ELECTRICITÉ. — Traité d'—, Théories et applications générales.	35
— Traité sur le Magnétisme et l'— (en anglais).	793
ELECTROCHIMIE. — L'—, Production électrolytique des composés chimiques.	624
— Manuel d'— et d'Electrometallurgie	793
ELECTROLYSE. — Les Théories modernes de l'— : 1 ^{re} partie : Constitution et Conductibilité des Electrolytes.	358

2 ^e partie : Travail de l'Electrolyse.	411
— Théories de l'—	624
ELECTROMÉTALLURGIE. — Manuel d'Electrochimie et d'—	793
EMAUX À HAUTE DILATATION. — Les — à base d'acide borique.	558
EMBRYOLOGIE. — L'Anatomie comparée des animaux basée sur l'—	505
— Précis d'— humaine.	761
ENDOSCOPES. — De l'emploi des bobines de Ruhmkorff en —	838
ENERGIE. — Das Princip der Erhaltung der —	721
ENERGIE ÉLECTRIQUE. — La distribution de l'— en Allemagne.	311
ENSEIGNEMENT. — L'— scientifique général dans ses rapports avec l'Industrie	98
— spécial pour les voyageurs	313
ÉPILEPSIE. — Essai sur la pathogénie et le traitement de l'—	506
ÉPONGES. — L'Etat actuel de la Biologie et de l'Industrie des — :	
1 ^{re} partie : Structure, mode de vie et développement.	733
2 ^e partie : Commerce et Industrie.	776
— Contribution à l'Histo-physiologie des —, I. Les fibres des Reniera. II. Action des substances colorantes sur les — vivantes.	867
ÉPURATION DES EAUX DÉGOUTS. — La filtration intermittente dans l'—	599
EQUATION DIFFÉRENTIELLE. — Sur l'— du premier ordre et sur les singularités de ses intégrales algébriques	953
EQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES. — Leçons sur la Théorie analytique des — du premier ordre.	192
EQUATIONS DE LA CHALEUR. — Sur l'intégration des —	827
EQUATIONS DIFFÉRENTIELLES. — Contribution à l'étude des — linéaires et homogènes intégrales algébriquement	516
— Leçons sur la Théorie analytique des — professée à Stockholm	911
EQUILIBRE CHIMIQUE. — L'— dans les solides et les aciers au nickel.	282
ERFORSCHUNG DER BREITENVARIATION. — Bericht über den Stand der — im Dezember 1897.	468
ERGEBNIS SPEKTROSKOPISCHER UND SPEKTROPHOTOMETRISCHER BEOBSACHTUNGEN. — Tafeln und Tabellen zur Darstellung der —	193
ESPAGNE. — La situation navale et militaire des États-Unis et de l'— et les conséquences industrielles de la guerre de Cuba.	395
ESSAYEYR. — Guide pratique du Chimiste-Métallurgiste et de l'—	298
ÉTATS-UNIS. — La situation navale et militaire des — et de l'Espagne et les conséquences industrielles de la guerre de Cuba.	395
ETHERION. — L'annonce d'un nouveau gaz dans l'air.	767
ÉTOILES FILANTES. — Le Spectre des —	50
EVOLUTION INDIVIDUELLE et HÉRÉDITÉ. Théorie de la variation quantitative.	547
EXCRETORY IRRITATION and the action of certain internal remedies on the Skin.	761
EXPLOITATION DES MINES. — Cours d'—	866
EXPLORATION. — Revue annuelle de Géographie et d'—	713
EXPLOSIFS NITRÉS.	867
EXPOSITION FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — L'—	309

F

FABRICATION DE L'ACIER et Procédés de forgeage de diverses pièces	420
FACE DE LA TERRE. — La —	193
FACIL SUPÉRIEUR. — Contribution à l'étude de l'origine du —	755
FATIGUE INTELLECTUELLE. — La —	639
FAUX KOLA. — Sur un nouveau — fourni par le n'taba ou d'ind de nègres du Soudan	311
FENGESONITE. — Un Minéral endothermique : la —	130
FÉRMENTATION ALCOOLIQUE. — Le Mécanisme de la — et les expériences de Buchner.	907
FESTKÖRPERLEHRE. — Vorlesungen über technische Mechanik. III.	792
FIÈVRE JAUNE. — La —	956
FIÈVRE TYPHOÏDE et distributions d'eaux	263
FONCTIONS ALGÈBRIQUES. — Théorie des — de deux variables indépendantes, t. I.	311
FONCTIONS ELLIPTIQUES. — Précis élémentaire de la	

Théorie des —, avec tables numériques et applications.	584	KRYPTON. — Le —, nouvel élément constituant de l'air atmosphérique	443
FORAMINIFÈRES PÉLAGIQUES. — La distribution des —	490	L	
FORMULAIRE PHYSICO-CHEMIQUE.	828	LAC GLACIAIRE AGASSIZ. — Le —	377
FOUR ÉLECTRIQUE. — Une nouvelle application du —	51	LACS. — Les — français.	431
G		LAIT. — Recherches nouvelles sur la constitution et les réactions du —	811
GEHIRNPATHOLOGIE. — I. Allgemeine Einleitung. II. Localisation. III. Gehirn blutungen. IV. Verstopfung der Hirnarterien	343	LIANES A CAOUTCHOUC. — Sur les — exploitées en Casanance	767
GÉOGRAPHIE. — Revue annuelle de — et d'exploration.	713	LIGHT VISIBLE AND INVISIBLE.	252
GÉOLOGIE. — Revue annuelle de —	195	LOCOMOTIVES. — Cours de mécanique appliquée aux machines. VI. — et machines marines.	381
GÉOMÉTRIE. — The Founders of —	121	LUMINESCENCE ET RAYONS X.	311
GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — Introduction à la — suivant la méthode de M.H. Grassman.	420	LUMINOSITÉ DES FLAMMES. — La conductibilité électrique et la — contenant des sels vaporisés.	922
GÉOMÉTRIE DÉFINIE.	341	LUZÈRE. — L'état actuel et les besoins de la culture du trèfle, de la — et du sainfoin en France	611
GÉOMÉTRIE MODERNE. — Leçons sur les méthodes de —	504	M	
GEOMETRY. — An Essay on the Foundation of —	35	MACHINES MARINES. — Cours de mécanique appliquée aux machines. VI. Locomotives et —	381
GLANDE THYROÏDE. — Relations entre la Physiologie et la Pathologie de la —. Physiologie pathologique du myxoedème	13	MAGNÉTISME. — Traité sur — et l'électricité (en anglais)	793
GLUCINIUM. — Recherches sur le — et ses composés	828	MALAIAS MENTALES. — Leçons cliniques sur les — faites à l'Asile Sainte-Anne	626
GRANDE ENCYCLOPÉDIE (Lar), inventaire raisonné des Lettres, des Sciences et des Arts.	691	MAMMIFÈRES CRÉTACÉS. — Les — de la Patagonie.	133
XXIII ^e volume. 578 ^e , 579 ^e , 580 ^e , 581 ^e livraisons.	723	MATHÉMATIQUE PHYSIK. — Vorlesungen über — I. Mechanik	120
GRAPHOTYPE. — La —	311	MATHÉMATIQUES. — Conférences sur les — faites au Congrès de mathématiques tenu à l'Exposition de Chicago.	137
GRUPES HYPERABÉLIENS. — Sur une classe particulière de —	252	MATIÈRES ALBUMINOÏDES. — La cristallisation des — et les cristalloïdes protéiques de la micrographie.	608
GUERRE DE CUBA. — La situation navale et militaire des États-Unis et de l'Espagne et les conséquences industrielles de la —	395	MATIÈRES AGRICOLES. — Analyse et essais des —	298
GYNASTIQUE MÉDICALE. — Traité de — suédoise.	433	MATIÈRES COLORANTES AZOÏQUES. — Sur quelques iminoamines (amidines). Contribution à l'étude des —	504
GYNÉCOLOGIE clinique et opératoire.	914	MÉCANIQUE. — Compositions de — données à la Sorbonne pour la licence.	192
H		MÉCANIQUE ANIMALE. — Leçons de —	86
HAUT-TOURANGHI, HAUT-NIL, Bahr-el-Ghazal	803	MÉCANIQUE CHIMIQUE. — L'évolution de la — et ses tendances actuelles	171
HÉRÉDITÉ. — L'Œuvre médico-chirurgicale. IV. L'— normale et pathologique.	123	MECHANIK. — Vorlesungen über mathematische Physik I. —	120
— Evolution individuelle et —. Théorie de la variation quantitative	347	MÉDAILLE SYLVESTER. — La —	52
— L'— normale et pathologique (1 ^{re} fascicule).	830	MÉDECINE. — Revue annuelle de —	75
HÉTÉROPLASTIE. — L'— dans la thérapeutique oculaire	701	MESURES ÉLECTRIQUES INDUSTRIELLES. — Instruments et méthodes de —	384
HYGIÈNE. — 9 ^e Congrès international d'— et de Démographie à Madrid	6	MESURES COLLECTIVES. — Théorie des — en allemand	827
— Revue annuelle d'—	237	MÉTALLOGRAPHIST. — Une nouvelle revue consacrée à l'étude des métaux : The —	516
HYPONOTISME. — L'— et la suggestion dans leurs rapports avec la médecine légale	87	MÉTALLURGIE DU ZINC. — Progrès dans la —	1
I		MÉTARGON. — Les nouveaux gaz de l'atmosphère : le Néon et le —	515
IDÉES FIXES. — Névroses et —	586	MÉTÉORITES. — L'analyse spectrale des —	333
IMAGES RADIOGRAPHIQUES. — Des causes de troubles apportées aux — par l'emploi des écrans renforceurs	442	MICROPHONOGRAPHIE. — Sur le —	1
INDUSTRIE DU FER ET DE L'ACIER BRUTS. — L'Etat actuel et les besoins de l'— en France	178	MILIEUX COSMIQUES. — Les végétaux et les —	382
1 ^{re} partie : Fabrication du fer.	229	MINE DE MICA. — Découverte d'une —	666
2 ^e partie : Fabrication de l'acier.	287	MINÉRALOGIE DE LA FRANCE ET DES COLONIES. Description physique et chimique des minéraux. Etude des conditions géologiques de leurs gisements, t. II, 2 ^e partie.	86
3 ^e partie : Nature des produits et conditions économiques et sociales de la production	397	MONAZITE. — Les gisements et l'extraction de la Thorite, de la — et du Zircon.	145
INSTITUT BOTANIQUE DE BUTTENBERG. — L'—	722	MOTEUR A GAZ LÉTOUR. — Le —	261
INSTITUT COMMERCIAL DE MARSEILLE. — Annales de l'—	430	MOTEUR DIESEL. — Le — et le perfectionnement des moteurs thermiques	162
INTÉRÊTS FRANÇAIS AU SIAM. — Les —	106	MOTEUR ROTATIF A VAPEUR. — Un nouveau —	313
J		MOTEURS A COMBUSTION. — Cycles des —	357
JARDIN DE KEW. — Création d'un — à Nantes	206	MOTEURS A GAZ. — Les conditions économiques de fonctionnement des —	129
JARDINS ALPINS. — Les —	924	MOTEURS THERMIQUES. — Le moteur Diesel et le perfectionnement des —	162
K		MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE. — Les nouvelles galeries du —	358
KLEINEN ZAHLEN. — Das Gesetz der.	866	MYXOEDEME. — Relations entre la Physiologie et la Pathologie de la glande thyroïde. Physiologie pathologique du —	13
KREINELS. — Ueber die Theorie des —. I. Die Kinematischen und Kinetischen Grundlagen der Theorie.	584	N	
		NATION FRANÇAISE. — Formation de la —	794
		NATION RUSSE. — Comment la — s'est-elle formée.	674

NATIVES FRIGORIFIQUES. — Sanatoria et —	203
NEBULAR THEORY. — Notes on the — in relation to stellar, solar, planetary, cometary and geological phenomena	911
NÉCROLOGIE. — Francesco Brioschi	49
Friedrich Winnecke	49
A. Schrauf	49
J. Péan	93
Henry Bessemer	261
Aimé Girard	309
Rudolf Leuckart	373
Paul Kayser, un colonial allemand	393
E. Raoul	394
Lord Playfair	557
Ferdinand Cohn	567
NÉON. — Les nouveaux gaz de l'atmosphère : le — et le métargon	575
NEURASTHÉNIE. — L'hygiène du —	255
NEVROSES ET IDÉES FIXES	586
NIL. — Haut-O. Banghi, Bahr-el-Ghazal et Haut-Nil	803
NUCLÉO-ALUMINES. — Les — et leurs dérivés	817
O	
OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONT-SOIRIS. — Annuaire de l'— pour l'année 1898	137
OBES. — Le Chauffage au gaz des — avant trempe	801
OEUVRES MATHÉMATIQUES DE RIEMANN	721
OLIVIER. — L'état actuel et les besoins de la culture de l'— en France	680
OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE	352
OTRANGHI. — Haut —, Bahr-el-Ghazal et Haut-Nil	803
OZONE. — Recherches sur l'—	547
P	
PALUSTRISME. — Traité du —	195
PARALYSIE GÉNÉRALE. — Etude sur le diagnostic de la —	795
PARAS CÉRAMIQUES. — Les recherches de M. Coupeau sur la dilatacion des —	922
PENSEURS. — Ecrivains et — Polytechniciens	797
PERIPNEUMONIE. — Découverte du microbe de la —	265
PERVERSIONS DU SENS GÉNÉRAL. — Attentat aux mœurs et —	691
PHARMACOTHÉRAPIE. — Leçons de —	868
PHASES. — Règle des — (en anglais)	912
PHÉNOMÈNES PHONÉTIQUES. — L'inscription des — : 1 ^{re} partie : Méthodes directes	115
2 ^e partie : Méthodes diverses. Critique des résultats	182
PHOSPHORES MÉTALLIQUES. — Contribution à l'étude des —	468
PHOTOMICROGRAPHIE. — La —	122
PHYSIKALISCHES PRACTICUM	624
PHYSIOLOGIE. — 1 ^{er} Congrès international de — à Cambridge	625
— Dictionnaire de —	913
— Travaux de —	957
— Leçons de — générale et comparée	159
PHYSIOLOGIE HUMAINE. — Eléments de —	373
PHYSIQUE. — Revue annuelle —	118
PILE-ÉTALON. — Une — au cadmium	50
PLANÈTES TÉLÉSCOPIQUES. — Contribution à l'étude des —	310
POINTS COTÉS. — Applications pratiques de la méthode des —	110
POLARISATION DE LA LUMIÈRE. — Sur la — émise par fluorescence	390
POLONIUM. — Une nouvelle substance radio-active : le —	558
POMME DE TERRE. — La culture de la — en France et à l'étranger : 1 ^{re} partie : Evolution générale de la culture	23
2 ^e partie : Technique culturale	32
POBLAN-WISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNGEN	192
PORT DE L'ILYRE. — Le —	361
POTIUR GRAMMATIQUE DES GRAINES. — L'influence des basses températures sur le —	51
Pouvoir notatoire. — Le — des corps organiques et ses applications (en allemand)	253
PRAKTI-SCHEN PHYSIK. — Leitfaden der —	463
PROBLÈMES. — Récréations et — des temps anciens et modernes	381
PROCÉDÉS DE FORGEAGE. — Fabrication de l'acier et — de diverses pièces	10

PRODUITS DE NOS COLONIES. — Les — à l'Exposition de 1900.	130
PUBLICATIONS MATHÉMATIQUES. — Revue scientifique des —, rédigée sous les auspices de la Société mathématique d'Amsterdam.	297
PISSANCE MÉCANIQUE. — Le transport électrique de la —.	638
Q	
QUADRATURE DU CERCLE.	381
QUESTION CHINOISE. — Les bases scientifiques de la —.	517
— La Concurrence des races à Java : la —.	845
R	
RADIOGRAPHIE. — Traité de — et de Radioscopie. Technique et Applications médicales.	954
RADIOSCOPIE. — Traité de Radiographie et de —. Technique et Applications médicales.	954
RAYONS X. — Luminescence et —.	311
RÉFLECTEURS PARABOLIQUES. — La fabrication électrolytique des —.	171
RÉGION DES OULEN-DAOUC. — Un district peu connu de l'Algérie : la —.	3
RÉGULARISATION DU MOUVEMENT dans les machines.	683
REPRODUCTION INDIRECTE DES COULEURS. — L'Application à la Microphotographie, de la —.	730
RESPIRATION NASALE. — Physiologie et Pathologie de la —.	300
RÉTINE. — Les Fonctions de la —.	267
RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY. — La —.	95
S	
SAINT-POIN. — L'état actuel et les besoins de la culture du trèfle, de la luzerne et du — en France.	614
SANATORIUM et navires frigorifiques.	203
SCIENCES PHYSIQUES. — Le rôle des principes dans les —.	561
SCLEROSES. — Les Artérites et les —.	135
SELECTEUR. — Transformations dans la Métallurgie du Cuivre : le —.	203
SELS MINÉRAUX. — Action des — sur la forme et la structure des Végétaux.	867
SENSATIONS LUMINEUSES. — L'Origine et le Mécanisme des différentes espèces de —.	381
SÉNOTHÉRAPIES. — Les —.	381
SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES. — Le Congrès de la — à Berne.	699
SOCIÉTÉ NATIONALE D'ACCLIMATATION. — Séance publique annuelle de la —.	396
SOIE ARTIFICIELLE. — L'Etat actuel de la Fabrication de la — en France.	569
SOLDAN ÉGYPTIEN. — Le — sous Méhémet-Ali.	253
SOURCES THERMALES. — La distribution géographique des —.	534
SPALTUNG. — Vorlesungen über Bildung und — von Doppelsalzen.	342
SPHÈRES TRANSCRITES. — Nouvelle théorie des —.	665
STÉREOCYCLE. — Le — de MM. Bazin et L. Leroy.	479
SUGGESTION. — L'Hypnotisme et la — dans leurs rapports avec la médecine légale.	87
SUN'S PLACE. — The — in Nature.	688
SYSTÈME MUSCULAIRE. — Traité des variations du — de l'homme.	36
SYSTÈMES ORTHOGONAUX. — Leçons sur les — et les coordonnées curvilignes.	623
T	
TANNAGE AU CHROME. — Progrès du —.	91
TECHNOLOGIE. — Les Origines de la —. Etude sociologique.	587
TEINTURES. — La Pratique du — III. Les recettes-types et les procédés spéciaux de teinture.	158
TÉLÉGRAPHIE SANS FIL.	129
TEMPÉRAMENT et Caractère selon les individus, les sexes et les races.	432
TÉRATOLOGIE. — Essai de —. Embryologie des poulets omphalocéphales.	431
TÉTANOS. — La Guérison du — déclarée.	426
THÉ. — Le —. Sa culture et sa manipulation.	603

THEORIE DER CURVEN. — Allgemeine — doppelte Krümmung in rein geometrischer Darstellung (2 ^e édition)	721	VERRES BLEUS. — Les — à base d'oxyde de chrome.	598
THÉORIE DES FONCTIONS. — Leçons sur la —	759	VERTÈBRES. — L'Origine des —	601
THÉORIE DES PARALLÈLES. — La — démontrée rigoureusement	658	VOIX. — Sur la génération de la — et du Timbre.	382
THÉORIES PHYSICO-CHIMIQUES. — Les —	382	VOYAGES D'ÉTUDES DE LA « REVUE ».	
THÉRAPEUTIQUE. — Guide de — générale et spéciale.	914	— Préparation scientifique du Voyage d'études de la Revue en Grèce, au Mont-Athos et à Constantinople.	45
THERMODYNAMIQUE DES SYSTÈMES HOMOGÈNES	760	— Croisière dans la Méditerranée : Livres à lire.	131
THETA FUNCTIONS. — Abel's Theorem and the allied Theory included the Theory of the —	84	— Croisière en Norvège et au Cap Nord du 15 juillet au 10 août 1898.	169
THORITE. — Les gisements et l'extraction de la —, de la Monazite et du Zircon.	445	— Affectation du Sénégal et de l'Orénoque à la prochaine croisière de la Revue dans la Méditerranée.	172
TIMBRE. — Sur la Génération de la Voix et du —	382	— Retour du Sénégal et de l'Orénoque (3 ^e et 4 ^e Croisières).	
TONTICOLIS. — Le — et son traitement.	868	— La 5 ^e Croisière en Norvège et au Cap Nord.	356
TOXICITÉ DES ALCOOLS. — De la — (Prophylaxie de l'Alcoolisme).	387	— Croisière en Adriatique (3-28 septembre 1898).	477
TRANSFORMATION DIRECTE DE LA CHALEUR EN TRAVAIL MÉCANIQUE. — La — par l'emploi des alliages de Ferro-Nickel	74	— Croisière en Norvège et au Cap Nord. Livres à consulter.	481
TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE À DISTANCE. — Le problème de la — par les milieux naturels à propos des essais de la télégraphie sans fil.	53	— Croisière en Adriatique. Ouvrages à consulter.	600
TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE SANS CONDUCTEURS MATÉRIELS	170	— Croisière en Norvège : La nature boréale et les grandes pêches.	635
TRAVAIL ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX. — Le —	805	— Croisière en Égypte du 1 ^{er} novembre au 7 décembre 1898.	697
TRÈFLE. — L'état actuel et les besoins de la culture du —, de la luzerne et du sainfoin en France.	614	— Croisière en Égypte : Ouvrages à consulter.	731
TROUBLES AUDITIFS. — Les — dans les maladies nerveuses	123	— Les résultats du Voyage d'études en Grèce, au Mont-Athos et à Constantinople Croisières du Sénégal et de l'Orénoque en avril 1898.	
TUBE DE CROOKES régénérable par osmose	515	4 ^e partie : Grèce.	881
TUBERCULOSE. — La — et son traitement hygiénique	956	2 ^e partie : Turquie.	928
TYPES OF SCENERY and their influence on Literature	954	VOYAGE TRANSAFRICAIN. — Un — du Zambèze au Caire.	480

V

VACCINE et VACCINATION.	255
VÉGÉTAUX. — Les — et les milieux cosmiques.	382
— Action des sels minéraux sur la forme et la structure des —	867
VERRE. — Le — et le cristal.	85

Z

ZIRCON. — Les gisements et l'extraction de la Thorite, de la Monazite et du —	445
ZOOLOGIE. — 4 ^e Congrès international de — à Cambridge.	6
— Revue annuelle de —	332
ZOOLOGIE CONCRÈTE. — Traité de —. V. Les Vermidiens.	383
ZYMOHYDROLYSE. — La réversibilité de la —	925

ERRATA

P. 40, au lieu de <i>Skłodowska-Curie</i> , lire SKŁODOWSKA CURIE.	
P. 164, au lieu de <i>Carvalho</i> (E), lire CARVALLO.	
P. 345, au lieu de <i>Poincaré</i> (A.), lire POINCARÉ (A.).	
P. 346, au lieu de <i>Rackowski</i> , lire RACKOWSKI.	
P. 387, au lieu de <i>Rackowski</i> , lire RACKOWSKI.	
P. 392, col. 2, ligne 19, lire : « Elle se présente comme une série de systèmes de cercles concentriques, systèmes qui se coupent mutuellement ».	

P. 436, au lieu de de <i>Rackowski</i> , lire RACKOWSKI.	
P. 551, au lieu de <i>Séance</i> du 20 juin 1898, lire SÉANCE DU 27 JUIN 1898.	
P. 692, au lieu de <i>Moulero</i> (J. R.), lire MOURELO (J. R.).	
P. 958, au lieu de <i>Macoluso</i> (D.), lire MACALISO (D.).	



MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 04472

